

# EXHAUST GAS PURIFYING DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent number: DE4041917  
 Publication date: 1991-07-04  
 Inventor: SHINZAWA MOTOHIRO (JP); AOYAMA SHUNICHI (JP); SEKIYA YOSHIKI (JP); KANESAKI NOBUKAZU (JP)

Applicant: NISSAN MOTOR (JP)

## Classification:

- International: B01D46/04; F01N3/02  
 - european: F01N3/00F; F01N3/027; F01N3/032; F01N9/00F; F02D41/02C4D5

Application number: DE19904041917 19901227

Priority number(s): JP19890339041 19891227; JP19890339042 19891227; JP19890339043 19891227; JP19890339044 19891227

Also published as:

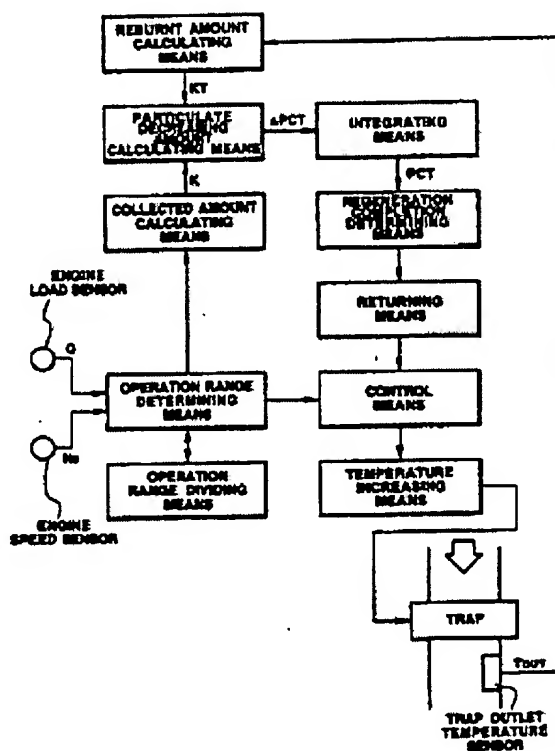
US5195316 (A1)  
 GB2239407 (A)  
 FR2657649 (A1)

Report a data error here

Abstract not available for DE4041917

Abstract of corresponding document: **US5195316**

Parameters which are related to the rate at which particulate matter accumulates and is reburnt, are monitored and the time at which a regeneration is required and/or the length of time a regeneration should be induced, are derived based on the same. The temperature at the inlet and outlet of a trap in which particulate matter is accumulated are monitored and measures such as throttling the induction and exhaust are implement in addition to energizing a heater disposed immediately upstream of the trap as required in order to elevate the trap temperature and to induce and maintain the reburning during a trap regeneration. The pressure differential across the trap can be used to determine the amount of incombustible matter (ash) which has accumulated in the trap and to modify the regeneration timing. When the temperature of the exhaust gases cannot be raised sufficiently, a bypass is opened to attenuate cooling of the trap by the low temperature gases.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

22 Offenlegungsschrift  
10 DE 40 41 917 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 01 N 3/02  
B 01 D 46/04

21 Aktenzeichen: P 40 41 917.7  
22 Anmeldetag: 27. 12. 90  
43 Offenlegungstag: 4. 7. 91

DE 40 41 917 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

27.12.89 JP P 1-339041 27.12.89 JP P 1-339042  
27.12.89 JP P 1-339043 27.12.89 JP P 1-339044

71 Anmelder:

Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

74 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;  
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:

Shinzawa, Motohiro; Aoyama, Shunichi, Yokosuka,  
Kanagawa, JP; Sekiya, Yoshiki; Kanesaki,  
Nobukazu, Yokohama, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Abgasreinigungsvorrichtung für Brennkraftmaschinen

57 Es wird eine Abgasreinigungsanlage angegeben, bei welcher Parameter überwacht werden, welche sich auf den Beladungsgrad von Partikeln und deren Abbrand beziehen. Ferner wird die Zeit ermittelt, zu der eine Regenerierung erforderlich ist und/oder es wird die Zeitdauer einer Regenerierung, welche durchzuführen ist, basierend auf diesen Werten ermittelt und abgeleitet. Die Temperatur am Einlaß und am Auslaß eines Filters, in dem sich Partikel sammeln, werden überwacht, und es werden Maßnahmen getroffen, die das Drosseln der Ansaugung und des Auslaßteils, zusätzlich zu dem Arbeiten einer Heizeinrichtung bewirken, die unmittelbar stromauf des Filters gegebenenfalls angeordnet ist, um die Filtertemperatur anzuheben und das Abbrennen während der Filterregenerierung einzuleiten und aufrecht zu erhalten.

Die Differenz am Filter kann genutzt werden, um die Menge an unbrennbaren Stoffen (Asche) zu bestimmen, die sich im Filter angesammelt hat, und um den Regenerierungszeitablauf zu modifizieren.

Wenn die Temperatur der Abgase nicht in ausreichender Weise erhöht werden kann, wird ein Bypass geöffnet, um ein Abkühlen des Filters durch Gase mit niedriger Temperatur zu vermeiden.

DE 40 41 917 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, und insbesondere auf eine Abgasreinigungsvorrichtung zur Reduzierung des Partikelaustrittes.

Fig. 1 zeigt eine Abgasanlage, die in JP-A-58-51 235 angegeben ist, und die einen Abscheider zum Auffangen von Partikeln (beispielsweise sehr kleine Kohlenstoffpartikel) aus den Abgasen umfaßt, bevor diese zur Umgebung gelangen.

Bei dieser vorgeschlagenen Auslegung werden die Partikel, die in den von den Brennkammern einer Brennkraftmaschine 1 in eine Abgasleitung 2 ausgestoßen Abgasen enthalten sind, in einem Abscheider bzw. einem Filter gesammelt. Dieser Abscheider enthält ein wärmebeständiges Filterelement (in dieser Fig. nicht gezeigt), welches die Partikel aus den Abgasen der Brennkraftmaschine herausfiltert.

Die Brennkraftmaschine umfaßt einen Ansaugkanal 5, in dem ein Drosselventil 6 der Klappenbauart angeordnet ist. Ein Hebel 7 ist mit dem Schaft des Ventils 6 und mit einem Vakuummotor 8 der Membranbauart über ein Verbindungsglied 8a betriebsverbunden.

Ein Magnetventil 9, das die Verbindung zwischen einer Vakuumpumpe 10 und einer Vakuumkammer 8b des Vakuummotors 8 steuert, ist mit einer Steuereinheit 15 betriebsverbunden. Diese letztgenannte Einheit ist mit einer Brennstoffeinspritzpumpe 11 verbunden und derart ausgelegt, daß sie ein die Belastung wiedergebendes Signal empfängt, das von einem Belastungssensor 13 und einem Brennkraftmaschinendrehzahlsensor 13 erzeugt wird. Bei diesem Beispiel sind beide Sensoren der Pumpe 11 zugeordnet, wie dies gezeigt ist. Die Steuereinheit 15 ist auch mit einem Ansaugdrucksensor 14 derart verbunden, daß sie ein diesen Druck wiedergebendes Signal empfängt.

Die Steuereinheit 15 ist derart ausgelegt, daß hierdurch der zeitliche Ablauf bestimmt wird, mit dem der Abscheider bzw. Filter 3 regeneriert werden soll, und zwar basierend entweder auf der Zeit oder dem zurückgelegten Weg. Nach der Durchführung einer derartigen Bestimmung bestimmt die Steuereinheit, wenn die Brennkraftmaschine in einem vorbestimmten Drehzahl-/Belastungsbereich arbeitet, indem die Ausgänge der vorstehend genannten Sensoren abgefragt und abgetastet werden.

Wenn man annimmt, daß die Brennkraftmaschine in dem vorbestimmten Drehzahl-/Belastungsbereich arbeitet, gibt die Steuereinheit ein Signal an den Magneten ab, wodurch bewirkt wird, daß das Drosselventil bzw. die Drosselklappe teilweise geschlossen wird. Der Grad, um den die Drosselklappe geschlossen wird und hierdurch die Ansaugung gedrosselt wird, wird mittels einer Rückführung basierend auf dem Ausgang des Ansaugdrucksensors 14 gesteuert bzw. geregelt. Diese Regelung ist derart ausgelegt, daß die Einschaltdauer bzw. der Arbeitszyklus des Magnetreibersignals derart abgestimmt wird, daß man ein im wesentlichen konstanten Ansaugunterdruck in der Ansaughauptleitung stromab des Drosselventils 6 hat.

Wenn die Luftmenge, die in die Brennkraftmaschine eingesaugt wird, auf diese Weise herabgesetzt wird, steigt die Temperatur des Abgases an, die Temperatur des Filters bzw. Abscheiders steigt an, und die im Abscheider 3 gesammelten Partikel werden verbrannt (bzw. werden diese einer Nachverbrennung unterworfen). Mit dieser Auslegungsform erfolgt eine Regenerie-

rung entweder für eine vorbestimmte Zeit oder einen Weg.

Diese Auslegung hat jedoch den Nachteil, daß die Filterregenerierung manchmal nicht wie erwartet abläuft.

Ein Grund hierfür ist darin zu sehen, daß sich der Füllgrad bzw. die Sammelrate der Partikel beträchtlich in Abhängigkeit von der Betriebsweise der Brennkraftmaschine, der Meereshöhe, der Brennkraftmaschinenbelastung, der Brennkraftmaschinen- und Umgebungstemperatur, der Brennstoffpumpeneinstellungen, des Alters der Brennkraftmaschine, usw. ändert. Wenn daher die Regenerierung in regelmäßigen Intervallen (basierend auf der Zeit oder dem Weg) eingeleitet wird, kann es manchmal passieren, daß eine abnormal große Partikelmenge sich zwischen den Regenerierungsvorgängen angesammelt hat.

Diese führt zu einer schwerwiegenden Problematik dahingehend, daß die Menge an gesammelten Partikeln manchmal einen kritischen Wert überschreitet. Bei einer Regenerierung tritt dann eine übermäßig intensive Verbrennung leicht auf. Hierdurch steigt die Temperatur des Abscheiders bzw. Filters über die thermischen Belastungsgrenzen an, und es kann zu einer Beschädigung durch Schmelzerscheinungen oder dergleichen kommen.

Wenn die Frequenz bzw. die Häufigkeit der Regenerierungen erhöht wird, um sicherzustellen, daß sich keine kritische Menge an brennbaren Stoffen sammeln kann, wird durch das häufige und an sich nicht notwendige Schließen des Drosselventils sowohl die Brennkraftmaschinenleistung als auch der Brennstoffverbrauch nachteilig beeinflusst.

Weitere Gründe für die instabile Filterregenerierung liegen darin, daß während einer Regeneration sich die Abgastemperatur mit den Umgebungsluftdruck und anderen Arbeitsbedingungen ändert, und als Folge der verminderten Ansaugluft steigt die Abgastemperatur, und die im Abgas enthaltene Partikelmenge wird größer. Wenn daher die Abgastemperatur nicht auf die zu erwartenden Werte angehoben wird, fällt der Regenerierungswirkungsgrad, und es tritt manchmal auf, daß die Sammelmenge bzw. Beladungsmenge während der Regenerierung wenigstens teilweise die tatsächlich verbrannten Mengen ersetzt, so daß die Menge an brennbaren Stoffen, die im Filter 3 unmittelbar im Anschluß an die Beendigung der Regenerierung festgehalten ist, manchmal in etwa oder sogar im wesentlichen gleich groß wie die zu Beginn enthaltene Menge sein kann.

Dies führt zu der Schwierigkeit, daß die Menge der gesammelten Partikel manchmal einen kritischen Wert überschreitet, so daß man die vorstehend angegebenen Folgen hinsichtlich der Beschädigung durch eine intensive Verbrennung erhält.

Unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Ausführungen wurde ebenfalls vorgeschlagen, die Druckdifferenz zu überwachen, die am Filter vorhanden ist und daß man die Regeneration in Abhängigkeit von einem gegebenen und aufgebauten Gegendruck steuert. Es hat sich aber gezeigt, daß das Sammeln von unbrennbaren Stoffen, wie Metalloxiden (die aus der Verbrennung von Schmiermittel enthaltenden Zusätzen usw. resultieren) in dem Filter diese Bestimmungsweise der Menge der brennbaren Partikel unzuverlässig macht.

Die Erfindung zielt darauf ab, eine Filterregenerierungssteueranordnung bereitzustellen, welche die Parameter überwacht, die einen Einfluß auf das Sammeln und die

Abbrenngeschwindigkeiten haben, wodurch ermöglicht wird, daß die Regenerierung so gesteuert werden kann, daß die vorstehend genannten Wärmeschäden vermieden werden können, und daß beträchtliche Leistungs- und Verbrauchsverluste herabgesetzt werden.

Kurz gesagt wird dies mittels einer Vorrichtung erzielt, bei der Parameter, die einen Bezug zu der Rate haben, mit der die Partikel gesammelt und abgebrannt werden, überwacht werden, und die Zeit, wenn eine Regenerierung erforderlich ist und/oder die Zeitdauer einer Regenerierung auf der Basis dieser Größen abgeleitet werden. Die Temperatur am Einlaß und Auslaß eines Filters, in dem Partikel gesammelt werden, werden überwacht und gemessen, sowie die Drosselung der Ansaugung und der Abgase werden zusätzlich genutzt zum Einschalten einer Heizeinrichtung, die unmittelbar stromauf des Filters gegebenenfalls angeordnet ist, um die Filtertemperatur anzuheben und die Filterregeneration einzuleiten und das Abbrennen aufrecht zu erhalten.

Die Druckdifferenz am Filter kann genutzt werden, um die Menge an unbrennbaren Stoffen (Asche) zu bestimmen, die sich im Filter angesammelt haben, und hierdurch den Regenerierungsablauf zu modifizieren.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine bereitgestellt, die folgendes aufweist:

einen Abscheider bzw. Filter, der in einer Abgasleitung angeordnet ist, und der in dem durch die Leitung strömenden Abgas enthaltene Partikel sammeln kann; eine Sensoreinrichtung zum Abtasten von Parametern, die einen Bezug zu der Rate und/oder der Menge der Partikel haben, die im Filter gesammelt wurden, sowie zu den Bedingungen, die im Filter herrschen; eine Einrichtung zum Ermitteln eines Näherungswertes der Menge der gesammelten Partikel und/oder der im Filter abgebrannten Partikel basierend auf dem Ausgang von der Sensoreinrichtung; und eine Einrichtung zum selektiven Anheben der Temperatur im Filter auf einen Wert, bei dem die Verbrennung der brennbaren Bestandteile der in demselben gesammelten Partikel eingeleitet wird, wenn eine Regenerierung als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht zur Einleitung einer spontanen Verbrennung ausreicht.

Eine zweite bevorzugte Ausführungsform nach der Erfindung bezieht sich auf eine Brennkraftmaschine, die folgendes aufweist: einen ersten Brennkraftmaschinen-drehzahlsensor; einen zweiten Brennkraftmaschinenbelastungssensor; einen dritten Brennkraftmaschinen-Kühlmitteltemperatursensor; einen Ansaugkanal; ein erstes, servogesteuertes Stromventil, das in der Abgasleitung zur Begrenzung des durchgehenden Gasstromes angeordnet ist; einen Filter einen Abscheider, der in der Abgasleitung stromab des zweiten Ventils angeordnet ist, wobei der Filter derart ausgelegt ist, daß er Partikel trennt und sammelt, die in dem Gas enthalten sind, das durch die Abgasleitung strömt; eine Heizeinrichtung, die in der Abgasleitung unmittelbar stromauf des Filters angeordnet ist; ein Bypasskanal, der ein stromaufwertiges Ende hat, welches in Fluidverbindung mit dem Abgaskanal an einer Stelle stromauf des zweiten Ventils steht, und ein stromabwärtiges Ende hat, das in Verbindung mit der Abgasleitung an einer Stelle stromab des Filters steht; ein drittes, servogesteuertes Stromsteuer-ventil, das in dem Bypasskanal zur Begrenzung des durchgehenden Gasstromes angeordnet ist; einen vier-

ten Temperatursensor zum Erfassen der Temperatur des in dem Filter eintretenden Gases; einen fünften Temperatursensor zum Erfassen der Temperatur der vom Filter abgehenden Gase; einen sechsten Druckdifferenzsensor zur Erfassung einer Druckdifferenz, die an den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters herrscht; eine Steuereinheit, die mit der Heizeinrichtung, den ersten bis sechsten Sensoren und ersten bis dritten Stromsteuerventilen verbunden ist, wobei die Steuereinheit eine Schaltung enthält, welche eine Einrichtung für folgendes umfaßt: Ermitteln eines Näherungswertes der Menge der gesammelten und/oder verbrannten Partikel im Filter basierend auf dem Ausgang von der Sensoreinrichtung; und selektives Betreiben der Heizeinrichtung und der ersten bis dritten Stromsteuerventile derart, daß die Temperatur im Filter auf einen Wert ansteigt, bei dem die Verbrennung der brennbaren Bestandteile der darin gesammelten Partikel eingeleitet wird, wenn eine Regenerierung als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung einzuleiten.

Gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, die einen Filter umfaßt, in dem Partikel gesammelt werden können, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Erfassen der Brennkraftmaschinendrehzahl unter Verwendung eines ersten Sensors; Erfassen der Brennkraftmaschinenbelastung unter Verwendung eines zweiten Sensors; Erfassen der Temperatur des Brennkraftmaschinenkühlmittels unter Verwendung eines dritten Sensors; Trennen und Sammeln der Partikel in den Gasen, die durch die Abgasleitung gehen, unter Verwendung des Filters; Erfassen der Temperatur des Abgases an den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters unter Verwendung von vierten und fünften Sensoren; Erfassen der Druckdifferenz, die sich zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters aufbaut, unter Verwendung eines sechsten Sensors; Einsetzen der Ausgänge der ersten bis sechsten Sensoren, um einen Näherungswert für die Menge der im Filter gesammelten und/oder verbrannten Partikel abzuleiten; und selektives Erhöhen der Temperatur der Abgase, wenn die Regeneration als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung auszulösen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, die folgendes aufweist: einen Filter, in dem Partikel abgeschieden und gesammelt werden, die in von einer Brennkraftmaschine kommenden Abgasen enthalten sind; eine erste Sensoreinrichtung zum Erfassen der Brennkraftmaschinendrehzahl; eine zweite Sensoreinrichtung zum Erfassen der Brennkraftmaschinenbelastung; eine dritte Sensoreinrichtung zum Erfassen der Temperatur des Brennkraftmaschinenkühlmittels; eine vierte Sensoreinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgase an dem stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters; eine fünfte Sensoreinrichtung zum Erfassen der Druckdifferenz, die sich zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters einstellt; eine Einrichtung unter Verwendung der Ausgänge der ersten bis fünften Sensoreinrichtung zur näherungsweisen Bestimmung der Menge von in dem Filter gesammelten und/oder verbrann-

ten Partikeln; und eine Einrichtung zum selektiven Erhöhen der Temperatur der Abgase, wenn eine Regenerierung als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter einströmenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung auszulösen.

Gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Abscheider bzw. ein Filter eingesetzt wird, um im von einer Brennkraftmaschine abgegebenen Abgas enthaltenen Partikel zu trennen und sammeln, und die folgende Merkmale aufweist: eine Einrichtung zum Erfassen, daß der Filter eine vorbestimmte Partikelmenge enthält und zur Bestimmung von zusätzlichen Maßnahmen, mittels denen die Temperatur der Abgase auf einen solchen Wert angehoben werden kann, daß die Partikel abgebrannt werden; eine Einrichtung zum Bestimmen, in welcher von einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinendrehzahl/Belastungszonen eine mit der Abgasreinigungsvorrichtung verbundene Brennkraftmaschine arbeitet; eine Einrichtung zur näherungsweisen Bestimmung der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit erzeugt wird, die sich im Filter sammelt, basierend auf der Brennkraftmaschinendrehzahl/Belastungszone, in der die Brennkraftmaschine nach dieser Bestimmung arbeitet; eine Einrichtung zum Erfassen der Temperatur der vom Filter abströmenden Gase und zur näherungsweisen Bestimmung der Menge der Partikel, die pro Zeiteinheit abgebrannt wird; eine Einrichtung zum Bestimmen der effektiven Herabsetzung der Partikelmenge, die im Filter enthalten ist, basierend auf der Menge der Partikel, die pro Zeiteinheit erzeugt wird und der Menge der Partikel, die pro Zeiteinheit abgebrannt werden, und zum Bestimmen, wenn die im Filter enthaltene Partikelmenge einen vorbestimmten Wert überschreitet, wobei Maßnahmen eingeleitet werden, mittels denen die Temperatur der Abgase auf einen solchen Wert angehoben wird, daß das Abbrennen der Partikel gestoppt werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Filter eingesetzt wird, um Partikel abzuscheiden und zu sammeln, die in von einer Brennkraftmaschine kommenden Abgasen enthalten sind, wobei die Vorrichtung ferner aufweist: eine Einrichtung zum Bestimmen, wenn eine der Reinigungsvorrichtung zugeordnete Brennkraftmaschine in einer ersten Betriebsart arbeitet, bei der eine so ausreichend hohe Abgastemperatur erzeugt wird, daß das Abbrennen der im Filter gesammelten Partikel eingeleitet wird, oder in einer zweiten Betriebsart arbeitet, bei der eine Abgastemperatur erzeugt wird, die nicht so hoch ist, daß das Abbrennen der im Filter gesammelten Partikel eingeleitet werden kann; eine Einrichtung zum Herabsetzen des Beladungswertes, der die Partikelmenge angibt, die vom Filter festgehalten wird, wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine der ersten Betriebsart arbeitet, und zum Anheben des Beladungswertes, wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine in einer zweiten Betriebsart arbeitet; und eine Einrichtung zum Bestimmen, daß die Filterregenerierung erforderlich ist, wenn der Beladungswert einen vorbestimmten Grenzwert erreicht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Filter eingesetzt wird, um in den Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthaltene Partikel abzuscheiden und zu sammeln, wobei

die Vorrichtung aufweist: eine Einrichtung zum Aufaddieren der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit erzeugt wird und einem Basiswert und zum Ableiten einer Partikelmenge, die sich effektiv im Filter basierend auf dem Arbeiten der der Reinigungsvorrichtung zugeordneten Brennkraftmaschine gesammelt hat; eine Einrichtung zum Einleiten einer Filterregenerierung, wenn eine vorbestimmte Partikelmenge bestimmt wird, die sich gesammelt hat; eine Einrichtung zum Erfassen der Druckdifferenz, die an dem Filter im Anschluß an eine Regenerierung vorhanden ist, unter Einsatz der ermittelten Druckdifferenz mit einem vorbestimmten Grenzwert, um ein Verhältnis zu bestimmen; eine Einrichtung, welche das Verhältnis nutzt, um die Menge an nicht verbrannten Partikeln in dem Filter im Anschluß an eine Regenerierung zu bestimmen und die diesen als Basiswert nutzt, zu dem die pro Zeiteinheit erzeugte Partikelmenge hinzuaddiert wird.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Filter eingesetzt wird, um im Abgas von einer Brennkraftmaschine enthaltene Partikel abzuscheiden und zu sammeln, wobei die Vorrichtung ferner aufweist: eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Partikelmenge auf der Basis der überwachten Parameter, die tatsächlich pro Zeiteinheit gesammelt wurde; eine Einrichtung zum Integrieren der Partikelmenge, die tatsächlich pro Zeiteinheit gesammelt wurde und zum Abschätzen der Partikelmenge im Filter; und eine Einrichtung zum Anheben der Temperatur der Abgase auf einen vorbestimmten Temperaturwert, bei dem die Verbrennung der brennbaren Partikel, die im Filter gesammelt wurden, dann eingeleitet wird, wenn die Integrierereinrichtung angibt, daß eine vorbestimmte Partikelmenge im Filter gesammelt wurde.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Filter genutzt wird, um Partikel im Abgas einer Brennkraftmaschine abzuscheiden und zu sammeln, wobei die Vorrichtung ferner aufweist: eine Einrichtung zum zeitweiligen Anheben der Temperatur der Abgase auf einen vorbestimmten Wert, bei dem die Verbrennung der brennbaren Partikel, die im Filter gesammelt wurden, eingeleitet wird; eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Menge, um die die Partikel im Filter tatsächlich pro Zeiteinheit abnimmt, basierend auf den überwachten Parametern; eine Einrichtung zum Integrieren der Menge, um die die Partikel im Filter pro Zeiteinheit abnehmen und zum Abschätzen, wenn die gesammelte Partikelmenge auf eine vorbestimmte Größe herabgesetzt wurde; und eine Einrichtung zum Stoppen der zeitweiligen Temperaturerhöhung, wenn abgeschätzt wird, daß die gesammelte Partikelmenge auf den vorbestimmten Wert herabgesetzt wurde.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird eine Abgasreinigungsvorrichtung angegeben, bei der ein Filter eingesetzt wird, um im Abgas von einer Brennkraftmaschine enthaltene Partikel abzuscheiden und zu sammeln, wobei die Vorrichtung aufweist: eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Partikelmenge, die im Filter tatsächlich pro Zeiteinheit gesammelt wird, basierend auf den überwachten Parametern, eine Einrichtung

zum Integrieren der Menge, um die die Partikel im Filter pro Zeiteinheit abnehmen, und zum Abschätzen, wenn die gesammelte Partikelmenge auf einen vorbestimmten Wert herabgesetzt wurde und zum Setzen eines ersten Regenerierungsintervalls; eine Einrichtung zum Erfassen der Druckdifferenz, die am Filter vorhanden ist und zum Vorgeben eines zweiten Regenerierungsintervalls nach Maßgabe der erfaßten Druckdifferenz; und eine Einrichtung zum zeitweiligen Anheben der Temperatur der in den Filter einströmenden Gase nach Maßgabe der kürzeren der beiden ersten und zweiten Regenerierungsintervalle.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht einer üblichen in der Beschreibungseinleitung angegebenen Auslegung,

Fig. 2 eine Draufsicht zur Verdeutlichung einer Brennkraftmaschine mit einem Partikelfilter und einer Regenerierungseinrichtung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm zur Verdeutlichung der wesentlichen Auslegungseinzelheiten dieser ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 4 ein Diagramm zur Verdeutlichung der Werte der Brennkraftmaschinendrehzahl und der Brennkraftmaschinenbelastung in vier Zonen A—D, die in Verbindung mit der ersten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung zum Einsatz kommen,

Fig. 5 ein Diagramm zur Verdeutlichung der Art und Weise, mit der sich die Abgastemperaturen in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinenbelastung ändern, und die Auswirkung der verschiedenen Möglichkeiten zur Erhöhung der Temperatur,

Fig. 6 eine graphische, tabellenförmige Datenaufstellung, die zur Bestimmung der pro Zeiteinheit verbrannten Partikelmenge bei einer gegebenen Abgastemperatur am Auslaß des Filters genutzt wird;

Fig. 7 eine graphisch dargestellte Datentabelle, die zur Bestimmung der pro Zeiteinheit gesammelten Partikelmenge genutzt wird;

Fig. 8A—8C Flußdiagramme zur Verdeutlichung der Arbeitsweise, welche bei der Steuerung gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform durchgeführt wird,

Fig. 9 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung der wesentlichen Einzelheiten einer zweiten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 10A—10B Flußdiagramme zur Verdeutlichung der Arbeitsweise, die bei der Steuerung gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform durchgeführt wird,

Fig. 11—15 Datentabellen, die in Verbindung mit der zweiten bevorzugten Ausführungsform zum Einsatz kommen,

Fig. 16 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung der wesentlichen Einzelheiten einer dritten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 17A und 17B Flußdiagramme zur Verdeutlichung der Arbeitsweisen, die bei der Steuerung gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform durchgeführt werden,

Fig. 18—21 Datentabellen, die bei der dritten bevorzugten Ausführungsform zum Einsatz kommen,

Fig. 22 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung der wesentlichen Einzelheiten einer vierten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung,

Fig. 23 und 24 Ansichten zur Verdeutlichung von Schwellpegeln, die in Verbindung mit der Steuerung der vierten bevorzugten Ausführungsform zum Einsatz kommen,

Fig. 25A und 25B Flußdiagramme zur Verdeutlichung der Arbeitsweise, die bei der Steuerung der vierten bevorzugten Ausführungsform verwirklicht wird, und

Fig. 26—30 Datentabellen, die in Verbindung mit der vierten bevorzugten Ausführungsform zum Einsatz kommen.

Fig. 2 zeigt eine Brennkraftmaschine, für die die bevorzugten Ausführungsformen nach der Erfindung bestimmt sind. Bei dieser Auslegung ist ein im Grundzustand offenes Ansaugdrosselventil 6 in der Ansaughauptleitung 5 angeordnet und mit einem Unterdruckservomotor 8 auf ähnliche Art und Weise wie im Zusammenhang mit dem Stand der Technik angegeben betriebsverbunden.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform ist die Vakuumkammer des Vakuumservomotors mit einer Vakuumquelle, wie einer Vakuumpumpe, über ein Dreiwege-Magnetventil 19 verbunden. Wenn das Ventil 19 EIN geschaltet ist, wird ein Unterdruck mit einer vorbestimmten Größe an die Vakuumkammer der Servoeinrichtung anstelle des Atmosphärendrucks angelegt.

Ein im Grundzustand offenes Abgasdrosselventil 21 der Klappenbauart ist in der Abgasleitung oder dem Trakt 2 an einer Stelle stromauf des Partikelfilters 3 angeordnet. Das Ventil ist mit einem Vakuumservomotor 22 betriebsverbunden. Ein Dreiwege-Magnetventil 23 ist derart ausgelegt, daß das Anlegen des Unterdrucks von der vorstehend angegebenen Quelle an die Vakuumkammer des Motors gesteuert wird.

Ein Bypasskanal 24 ist derart angeordnet, daß er stromaufwärtig des Filters 3 zu einer Stelle stromabwärts hierzu führt. Ein im Grundzustand geschlossenes Bypass-Steuerventil 25 der Klappenbauart ist in dem Bypasskanal 24 angeordnet und mit einem Vakuumservomotor 26 betriebsverbunden. Ein Magnetventil 27 ist derart ausgelegt, daß das Anlegen des Unterdrucks an die Vakuumkammer dieser Vorrichtung gesteuert wird.

Eine Heizeinrichtung 29 ist unmittelbar stromauf des Partikelfilters angeordnet und derart ausgelegt, daß der Filter beim Zuführen eines Erregungssignales von einer Steuereinheit 41 aufgewärmt wird.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform sind die Heizeinrichtung 29 und das Bypass-Steuerventil 25 in Kombination zueinander vorgesehen, um eine Filtertemperatur-Steueranordnung zu bilden.

Ein Drucksensor 31 der Halbleiterbauart ist angeordnet, um die Druckdifferenz  $\Delta P$  zu erfassen, die sich am Filter ergibt, deren Temperatursensoren 32, 33 der Thermoelementbauart angeordnet sind, um die Einlaß- und Auslaßtemperaturen zu bestimmen, die an den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters herrschen, und um jeweils TIN und TOUT-Signale abzugeben.

Ein Kurbelwinkelsensor 43 ist angeordnet, um die Drehzahl  $N_e$  der Brennkraftmaschine 1 zu erfassen, während ein Brennkraftmaschinenbelastungssensor 35 angeordnet ist, um ein Signal Q abzugeben, welches den Gaspedalniederdruckweg bzw. den Fahrpedalniederdruckweg wiedergibt. Ein Brennkraftmaschinenkühlmittel-Temperatursensor 36 ist angeordnet, um ein TW-Signal an die Steuereinheit abzugeben.

Die Steuereinheit 41 enthält einen Mikroprozessor, der auf die Ausgänge der vorstehend angegebenen Sensoren anspricht und in geeigneter Weise Treibersignale

an die Dreiwege-Magnetventile 19, 23 und 27 abgibt.

Bevor die nähere Beschreibung der Arbeitsweise dieser bevorzugten Ausführungsform erfolgen soll, wird es für zweckmäßig erachtet, gewisse Zielsetzungen bei der Steuerung und unter Berücksichtigung der Parameter, welche diese beeinflussen, zu beschreiben.

NB  $T_1 = 400^\circ\text{C}$   
 $T_2 = 300^\circ\text{C}$

Wenn möglich werden die hohen Abgastemperaturen wirksam bei den nachstehend angegebenen Unterbetriebsweisen (iv-1) bis (iv-3) genutzt.

### 1. Temperatursteuerung

#### (iv-1) Bereich D1

Die Brennkraftmaschinengeschwindigkeit/Belastungsbedingungen werden in vier Bereiche A—D unterteilt, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Die vorstehend angegebene Temperatursteueranordnung ist derart ausgelegt, daß sie in den jeweiligen Bereichen unterschiedlich arbeiten kann.

Obgleich die Regeneration in diesem Bereich spontan eingeleitet werden kann, wird es bevorzugt, zusätzlich die Heizeinrichtung 29 einzuschalten.

#### (iv-2) Bereich D2

#### Bereich A — Betriebsart (i)

Da in diesem Bereich die Abgastemperatur größer als die Regenerierungstemperatur TREG ( $= 400^\circ\text{C}$ ) ist, wie dies in Fig. 5 gezeigt ist, wird die Filterregenerierung spontan eingeleitet, und es ist keine Steuerung erforderlich. Es ist noch zu erwähnen, daß Fig. 5 die Abgastemperaturänderungen zeigt, die sich mit der Brennkraftmaschinenbelastung bei konstanter Brennkraftmaschinendrehzahl ändern.

In diesem Bereich ist die Temperatur TOUT an der stromabwärtigen Seite des Filters 3 niedriger als die Temperatur TIN an dem stromaufwärtigen Ende, wodurch angegeben wird, daß der Filter durch die Abgase gekühlt wird. Um die Temperatur des Filters 3 so hoch wie möglich zu halten, wird die Heizeinrichtung eingeschaltet, und das Bypass-Steuerventil 25 wird geöffnet. Hierdurch werden die relativ kalten Abgase unter Umgehung des Filters abgelenkt, während zugleich das Innere desselben erwärmt wird.

#### (iv-3) Bereich D3

#### Bereich B — Betriebsart (ii)

Die Regenerationstemperatur TREG wird erreicht, nachdem die Temperatur der Abgase geringfügig angehoben wurde. Wenn in diesem Bereich die Drosselklappe zeitweilig geschlossen wird, um die erforderliche Temperatur anzuheben, wenn die Brennkraftmaschine unter relativ hoher Belastung arbeitet, steigt die erzeugte Rauchmenge plötzlich an, da das Überschußluftverhältnis unter diesen Bedingungen relativ klein ist. Daher wird es bevorzugt, die Heizeinrichtung 29 einzuschalten und nur den Abgasstrom zu drosseln.

In diesem Bereich mit sehr niedriger Abgastemperatur kann man die Regenerierungstemperatur unter keinen Umständen erreichen. Wenn entweder die Ansaugung der Brennkraftmaschine oder das Abgas gedrosselt wird, ergibt sich bei der Brennkraftmaschine insbesondere bei niedrigen Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperaturen Fehlzündungen, woraus eine Zunahme des Teilchenaustoßes und eine Verschlechterung der Brennkraftmaschinenabgabeleistung resultieren. Wenn ferner die Brennkraftmaschine kalt ist (niedrige Kühlmitteltemperatur), wird der Filter durch den Durchgang der Abgase mit sehr niedriger Temperatur gekühlt, und es wird daher bevorzugt, alle Drosselventile 6, 21 und 25 zu öffnen und die Heizeinrichtung ausgeschaltet zu lassen.

#### Bereich C — Betriebsart (iii)

In diesem Bereich wird die Regenerierungstemperatur nicht erreicht, bis die Abgastemperatur um eine beträchtliche Größe angehoben wurde, wie sich dies Fig. 5 entnehmen läßt. Da jedoch das Überschußluftverhältnis relativ groß ist, nimmt die Menge an Rauch und Partikeln nicht in Abhängigkeit von der Ansaugdrosselung zu. Daher werden in diesem Bereich sowohl das Abgas als auch die Ansaugung gedrosselt und die Heizeinrichtung eingeschaltet.

#### 1. Detektion des Endes der Regenerierung

In den Bereichen A, B, C und D1 werden alle Partikel, die sich im Filter 3 gesammelt haben, in Abhängigkeit von der Zunahme der Abgastemperatur regeneriert, während zugleich die Partikel gesammelt werden, die im Abgas enthalten sind.

Wenn man annimmt, daß KT die Partikelmenge ist, die pro Zeiteinheit  $\Delta t$  abgebrannt wird und K die Partikelmenge ist, die sich in dieser Zeit im Filter gesammelt hat, läßt sich die Abnahmemenge der Partikel im Filter pro Zeiteinheit entsprechend folgender Gleichung ausdrücken:

$$\Delta PCT = KT - K \quad (1)$$

In diesem Fall ist der Wert KT von der Abgastemperatur abhängig, die an der stromaufwärtigen Seite des Filters vorgesehen ist, bzw. mit TOUT bezeichnet ist. Folglich wird KT unter Verwendung des ermittelten Wertes von TOUT abgeleitet.

Andererseits ist der Wert von K und dem Betriebsbereich, bzw. der im Abgas enthaltenen Partikelmenge abhängig und von der Anzahl der Brennkraftmaschinen-

#### Bereich D — Betriebsart (iv)

In diesem Bereich kann man die Regenerierungstemperatur TREG selbst dann nicht erreichen, wenn das Ansaug- und Auslaßsystem gedrosselt werden und die Heizeinrichtung eingeschaltet wird. Es ist jedoch möglich, die hohen Abgastemperaturen zu nutzen, die während den Übergangsbetriebszuständen beispielsweise während eines Wechsels vom hohen Drehzahl/Belastungsbereich in den Bereich D auftreten. Aus diesem Grunde läßt sich der D-Bereich in drei Unterabschnitte unterteilen:

D1 ( $TIN \geq T_1$ ),  
 D2 ( $TIN < T_1$ ) und  
 D3 ( $TIN < T_1$  und  $TOUT < T_2$ ).



betriebsparameter abhängig.

Wenn man annimmt, daß die Gesamtpartikelmenge, die von der Brennkraftmaschine pro Zeiteinheit  $\Delta t$  abgegeben wird, mit IN bezeichnet ist und der Wirkungsgrad des Filters mit  $\eta$  gegeben ist, so gibt das Produkt von  $IN \times \eta$  ( $= K$ ) die pro Zeiteinheit ( $\Delta t$ ) gesammelte Partikelmenge wieder.

Daher ist es für jede Betriebszone erforderlich, den Wert von K unabhängig abzuleiten (d. h. es wird KA -- KD abgeleitet).

Folglich läßt sich die Gleichung (1) für die jeweilige Zone wie folgt umschreiben:

$$\text{Bereich A: } \Delta PCT = KT - KA \quad (2)$$

$$\text{Bereich B: } \Delta PCT = KT - KB \quad (3)$$

$$\text{Bereich C: } \Delta PCT = KT - KC \quad (4)$$

$$\text{Bereich D1: } \Delta PCT = KT - KD \quad (5)$$

Der  $\Delta PCT$ -Wert wird pro jeweiligem Zeitintervall  $\Delta t$  integriert. Wenn der Wert PCT (Partikelabnahmemenge) einen vorbestimmten Bezugswert erreicht, wird angenommen, daß alle Partikel abgebrannt sind und die Regeneration beendet ist. In diesem Fall ändert sich der Bezugswert mit dem Beladungsvermögen des Filters.

Der Wert von PCT für die jeweiligen Bereiche A -- D1 läßt sich auf die folgende Weise ausdrücken:

$$\text{Bereich A: } PCT = PCT + KT - KA \quad (6)$$

$$\text{Bereich B: } PCT = PCT + KT - KB \quad (7)$$

$$\text{Bereich C: } PCT = PCT + KT - KC \quad (8)$$

$$\text{Bereich D1: } PCT = PCT + KT - KD \quad (9)$$

#### Bereich D2

In diesem Bereich werden nahezu keine Partikel gesammelt, da die Abgase direkt durch den Bypasskanal 24 gehen. Folglich wird der Wert von  $\Delta PCT$  pro Zeiteinheit  $\Delta t$  ohne die Verwendung von K abgeleitet:

$$\Delta PCT = KT \quad (10)$$

$$PCT = PCT + KT \quad (11)$$

#### Bereich D3

Der Wert von  $\Delta PCT$  wird in diesem Bereich nicht abgeleitet, da keine Partikel abgebrannt und im wesentlichen keine gesammelt werden, da die Abgase den Filter umgehen.

Fig. 8A -- 8C zeigen Flußdiagramme zur Verdeutlichung der Arbeitsweise, die mittels eines in dem ROM-Speicher ROM gespeicherten Programm eines Mikroprozessors durchgeführt wird, der in der Steuereinheit 41 vorgesehen ist. Dieser programmatische Ablauf dient zur Ausführung der vorstehend beschriebenen Arbeitsweisen.

Im Schritt 1S1 werden die Brennkraftmaschinendrehzahl Ne, die Brennkraftmaschinenbelastung Q, die Kühlmitteltemperatur TW, die Einlaß- und Auslaßtemperaturen TIN, TOUT des Filters 3 und die Druckdifferenz  $\Delta P$  in den Speicher eingelesen, die zwischen dem Einlaß und dem Auslaß des Filters vorhanden ist.

Im Schritt 1S2 wird bestimmt, ob es Zeit für eine Filterregenerierung ist oder nicht. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform wird diese Bestimmung dadurch vorgenommen, daß der momentane  $\Delta P$ -Wert mit einem  $\Delta P_{max}$ -Wert verglichen wird, den man aus der Datentabelle erhält, die unter Berücksichtigung der Brennkraftmaschinendrehzahl und der Brennkraftmaschinenbelastung aufgezeichnet ist. Wenn  $\Delta P \geq \Delta P_{max}$  ist, dann wird bestimmt, daß sich eine vorbestimmte Partikelmenge im Filter gesammelt hat, und daß es nunmehr erforderlich ist, dieselben abzubrennen.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf diese spezielle Verfahrensweise beschränkt, sondern es können auch andere Techniken üblicher Art eingesetzt werden. Wenn einmal eine Bestimmung dahingehend erfolgt ist, daß eine Regenerierung erforderlich ist, kann ein Merker gesetzt werden, wodurch der programmatische Betriebsablauf zum Schritt 1S3 übergeleitet wird, bis zu diesem Zeitpunkt eine Löschung durch den programmatischen Betriebsablauf erfolgt, die beim Durchgang durch den Schritt 1S36 ausgelöst wird, bei dem das System auf eine Weise initialisiert wird, daß nach der Regenerierung das Drosselventil und die Heizeinrichtung hinsichtlich ihren Vorgabewerten wiederum zurückgestellt werden. Wenn einmal eine Regenerierung eingeleitet ist, so sollte dies bis zu einem Zeitpunkt aufrechterhalten werden, bei dem aus dem Partikelgehalt zu ersehen ist, daß ein ausreichender Abbrand erfolgt ist.

Wenn eine Regenerierung erforderlich ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S3 fortgesetzt. Es ist noch zu erwähnen, daß in den Schritten 1S3 -- 1S6, 1S7 und 1S8 die gegenwärtigen Brennkraftmaschinendrehzahl- und Brennkraftmaschinenbelastungswerte zur Bestimmung genutzt werden, in welchem der Bereiche A -- D die Brennkraftmaschine momentan arbeitet. Insbesondere werden in den Schritten 1S3 -- 1S6 Datentabellen der in Fig. 4 gezeigten Art in ROM gespeichert und sie werden eingesetzt, um eine Zonen- bzw. Bereichsbestimmung durchzuführen.

Wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine in der Zone A arbeitet, dann schreitet der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S9 fort, während einer Bestimmung des Arbeitens in der Zone B der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S10 fortgesetzt wird. Wenn die Zone C detektiert wird, geht der Steuerungsablauf zu dem Schritt 1S11 weiter, während dann, wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine in keine der Zonen A -- C arbeitet, man von der Annahme ausgeht, daß diese in der D-Zone arbeitet und dann der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S7 fortgesetzt wird.

In den Schritten 1S7 und 1S8 wird bestimmt, in welchen Temperaturbereiche D1 -- D3 der Wert von TEN und TOUT fällt. Wenn die Temperaturdaten derart sind, daß sie in den Bereich D1 fallen, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S12 fortgesetzt, während der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S13 im Falle von D2 und mit dem Schritt 1S14 im Falle von dem Bereich D3 fortgesetzt wird.

In den Schritten S9 -- S14 wird eine Abgastemperatursteuerung durchgeführt.

Wenn beispielsweise ein Arbeiten in der Zone A ermittelt wird, und der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S9 fortgesetzt wird, wird aufgrund der Tatsache, daß die Abgastemperatur über TREG liegt, die Heizeinrichtung 29 so betrieben, daß sie einen nicht arbeitenden Zustand (AUS)-Zustand einnimmt, während verhindert wird, daß die Abgase durch den Bypasskanal 24 gehen, indem das Bypasssteuerventil 25 geschlossen wird und



die Ansaug- und Abgas-Drosselventile 6, 21 geöffnet werden. Wenn andererseits der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S14 in Abhängigkeit von der Detektion einer D3 Betriebsart fortgesetzt wird, wird die gleiche Steuerung wie im Schritt 1S4 durchgeführt. Der Grund für diese Steuerung ist darin zu sehen, daß, wie bereits zuvor erwähnt worden ist, bei der Ansaugdrosselung oder der Abgasdrosselung der Brennkraftmaschine die Brennkraftmaschine insbesondere bei niedrigen Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperaturen zu Fehlzündungen neigt, wodurch der Teilchenausstoß zunimmt und die Brennkraftmaschinenabgabeleistung beeinträchtigt wird. Wenn ferner die Brennkraftmaschine kalt ist (niedrige Kühlmitteltemperatur), wird der Filter durch den Durchgang der Abgase mit sehr niedriger Temperatur gekühlt.

In den Schritten 1S15 und 1S19 wird die Integrationszeit geprüft. Wenn ein Wert, der eine vorbestimmte Zeitperiode (beispielsweise 2 Sek.) wiedergibt, erreicht ist, dann wird der Steuerungsablauf mit den Schritten 1S20–1S24 jeweils fortgesetzt. In diesen Schritten wird die pro Zeiteinheit  $\Delta t$  abgebrannte Partikelmenge 24 unter Verwendung der Filterauslaßtemperatur TOUT und der Datentabelle abgeleitet, deren Art in Fig. 6 gezeigt ist. Es ist zu ersehen, daß dann, wenn KT von der Abgastemperatur alleine abhängig ist, dieselben Daten für alle Betriebsarten (A–D) der Betriebsweisen genutzt werden können.

In den Schritten 1S25–1S28 wird die Partikelbelastung KA–KD pro Zeiteinheit  $\Delta t$  für die jeweiligen Bereiche unter Nutzung der Datentabellen bestimmt, die beispielsweise in Fig. 7 gezeigt sind.

In den Schritten 1S29–1S33 werden die  $\Delta PCT$  Raten unter Verwendung der Gleichungen (2)–(5) und (10) ermittelt und dann erfolgt eine Integration unter Anwendung der Gleichungen (6)–(9) und (11), um die entsprechenden PCT Werte zu erhalten.

Im Schritt 1S34 wird bestimmt, wenn der Wert von PCT einen vorbestimmten Bezugswert überschreitet oder nicht (beispielsweise 10 gm). Wenn das Ergebnis bestätigend ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 1S35 fortgesetzt, in dem der PCT Speicher zurückgesetzt wird. Es ist noch zu erwähnen, daß in den Schritten 1S29–1S33 derselbe Wert von PCT eingesetzt und aktualisiert wird. Dies bedeutet, daß bei jedem Durchgang dieses Steuerungsablaufes durch einen dieser Schritte der zuvor aufgezeichnete von PCT aus dem Speicher ausgelesen wird und der modifizierte Wert wiederum aufgezeichnet wird.

Im Schritt 1S36 werden die Einstellungen des Ansaugdrosselventils 6, des Auslaßdrosselventils 21, des Bypass-Steuerventils 24 und der Heizeinrichtung 29 zu den Anfangszuständen zurückgestellt.

Wie sich aus der voranstehenden Beschreibung ergibt, werden als Rate, mit der die gesamten Partikel abgebrannt werden und der Rate, mit der diese gesammelt werden diese während jeder Regeneration unter Berücksichtigung der Abgastemperatur und den Brennkraftmaschinenbetriebsarten ermittelt, und es lassen sich daher alle Betriebsbedingungen einschließlich der Übergangsbetriebszustände dadurch berücksichtigen, daß die Gesamtrate, mit der die Partikel abnehmen, als Integrationsergebnis erhalten wird.

Hierdurch wird ermöglicht, daß die Regeneration beendet werden kann, sobald angegeben wird, daß die Partikel in ausreichendem Maße reduziert wurden (d. h. der Steuerungsablauf durchläuft die Schritte 1S35 und 1S36).

Daher wird ein verlängertes Schließen des Drosselventils verhindert. Hierdurch wird ermöglicht, daß unerwünschte Effekte auf das Brennkraftmaschinenleistungsvermögen und den Brennstoffverbrauch sich so gering wie möglich machen lassen. Da ferner die Regeneration bis zu einem Zeitpunkt aufrecht erhalten wird, zu dem eine ausreichende Reduktion der Partikel erreicht und dies angegeben wird, lassen sich die Möglichkeiten eines zu starken Ansammelns und einer zu intensiven Verbrennung ausschalten, so daß sichergestellt wird, daß der Filter keinen thermischen Beschädigungen ausgesetzt ist.

Bei dieser ersten bevorzugten Ausführungsform sollte noch erwähnt werden, daß die Filteraufheizungsweise nicht notwendigerweise auf das Drosselschließen beschränkt ist, sondern daß die Methode der Anwendung einer Heizeinrichtung und auch andere Art und Weisen zur Erhöhung der Temperatur eingesetzt werden können, wenn dies als zweckmäßig erachtet wird.

#### Zweite bevorzugte Ausführungsform

Fig. 9 zeigt die wesentlichen Einzelheiten dieser zweiten bevorzugten Ausführungsform. Diese bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß eine Sammelpartikelmenge pro Zeiteinheit  $\Delta PCT1$  oder eine Abbrandpartikelmenge pro Zeiteinheit  $\Delta PCT2$  ermittelt wird. Da  $\Delta PCT1$  und  $\Delta PCT2$  von den Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen und -Parametern abhängig sind, ändern sie sich mit denselben. Die Sammelpartikelmenge SUM, die man durch Addition von  $\Delta PCT1$  und Subtraktion von  $\Delta PCT2$  erhält, ändert sich ebenfalls folglich mit den Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen.

Bei dieser Ausführungsform ist es daher ebenfalls möglich, genau die Menge an Partikeln zu bestimmen, die gesammelt wurden, und daher läßt sich bestimmen, wenn eine Regeneration erforderlich ist.

Die zweite bevorzugte Ausführungsform nutzt gewisse Einrichtungen, die bei der ersten bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sind, abgesehen davon, daß der Ausgang des Sensors, der die Abgastemperatur der stromabwärtigen Seite des Filters 3 (TOUT) detektiert, nicht genutzt wird.

Die Fig. 10A und 10B zeigen ein Flußdiagramm zur Verdeutlichung der Betriebsweise, die bei einem programmatischen Steuerungsablauf gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform durchgeführt wird. Im Schritt 2S1 werden die Ausgänge der Sensoren abgetastet, und die Momentanwerte von Ne, Q, TW und TIN werden eingelesen.

Bei diesem Flußdiagramm sind die Schritte 2S1, 2S13 und 2S14 derart gewählt, daß hierdurch der zeitliche Ablauf zur Einleitung der Regenerierung gesteuert wird. Im Schritt 2S2 wird der Status eines Merkers F für eine erforderliche Regenerierung geprüft. Wenn es nicht an der Zeit ist, den Filter zu regenerieren, dann stellt man hierbei fest, daß der Merker F gelöscht ist ( $F=0$ ). Wenn  $F=0$  ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S3 fortgesetzt. In diesem Schritt wird bestimmt, wenn es Zeit ist, eine Integration eines  $\Delta PCT$  Wertes durchzuführen. Wenn die Zeit für die Integration erreicht ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S4 fortgesetzt. Es ist noch zu erwähnen, daß das Intervall  $\Delta t$  zwischen den Integrationen beispielsweise auf 2–3 Sek. Intervalle gesetzt werden kann.

Im Schritt 2S4 wird bestimmt, in welchem Betriebsbereich die Brennkraftmaschine arbeitet. Bei dieser bevor-

zugten Ausführungsform werden hierzu aufgelistete Daten genutzt, die beispielsweise in Fig. 11 gezeigt sind. Wie sich aus dieser Fig. ersehen läßt, wird der Brennkraftmaschinenbetrieb in zwei Brennkraftmaschinendrehzahlen ( $N_e$ )/Belastungs( $Q$ )Bereiche unterteilt. Der erste ist ein Bereich, in dem das Abbrennen der gesammelten, brennbaren Partikel spontan erfolgt, und der andere ist ein Bereich, in dem sich die Partikel im Filter 3 sammeln.

Insbesondere ist der Schritt 2S4 ein solcher, bei dem bestimmt wird, wenn die momentanen Brennkraftmaschinendrehzahl- und Belastungswerte angeben, daß die Abgase ausreichend heiß ( $400^\circ\text{C}$  oder größer) sind, um eine Regenerierung einzuleiten oder nicht. Wenn die Brennkraftmaschine in der "Sammel"-Zone arbeitet, dann sollte die Partikelgesamtheit durch Addition von  $\Delta\text{PCT1}$  erhöht werden. Wenn sich andererseits die Brennkraftmaschine in der "Selbstabbrenn"-Zone befindet, dann sollte die Gesamtpartikelmenge dadurch reduziert werden, daß der Wert  $\Delta\text{PCT2}$  hiervon abgezogen wird.

Wenn sich im Schritt bei S4 ergibt, daß das Sammeln der Partikel zu erwarten ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S5 fortgesetzt, während er mit dem Schritt 2S6 fortgesetzt wird, wenn sich ein Abbrennen ergibt.

In den Schritten 2S5 und 2S6 werden die pro Zeiteinheit gesammelte Partikelmenge  $\Delta\text{PCT1}$  und die pro Zeiteinheit abgebrannte Partikelmenge  $\Delta\text{PCT2}$  unter Nachschlagen in den Datentabellen der in Fig. 12 und 13 gezeigten Art abgeleitet. Wie sich aus Fig. 5 ergibt, ist die Neigung vorhanden, daß das Sammeln an oder in der Nähe des zentralen Brennkraftmaschinendrehzahl/Belastungsbereiches einen Spitzenwert annimmt.

In den Schritten 2S7 und 2S8 werden die in den Fig. 14 und 15 aufgelisteten Daten eingesetzt, um die Kühlmitteltemperatur betreffende Korrekturfaktoren  $\text{KTW1}$  und  $\text{KTW2}$  abzuleiten, die eingesetzt werden, um die Werte von  $\Delta\text{PCT1}$  und  $\Delta\text{PCT2}$  zu korrigieren, wie dies in den Gleichungen (12) und (13) angegeben ist.

$$\Delta\text{PCT1} \leftarrow \Delta\text{PCT1} \times \text{KTW1} \quad (12)$$

$$\Delta\text{PCT2} \leftarrow \Delta\text{PCT2} \times \text{KTW2} \quad (13)$$

Wie sich aus Fig. 14 ergibt, wird bei niedrigen Kühlmitteltemperaturen der Wert von  $\text{PCT1}$  durch Vorsehen eines relativ großen Korrekturfaktors erhöht. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß unter diesen Bedingungen die von der Brennkraftmaschine abgegebene Partikelmenge größer als im Falle einer vollständig aufgewärmten Brennkraftmaschine ist. Aus ähnlichen Gründen nimmt der Wert von  $\Delta\text{PCT}$  ab, wenn die Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur ansteigt. Wenn nämlich die Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur ansteigt, ergibt sich hierdurch, daß die Brennkraftmaschine aufgewärmt ist, und die von der Brennkraftmaschine abgegebene Partikelmenge hat dann die Neigung, kleiner zu werden.

Im Schritt 2S9 wird der momentane Wert von  $\text{TIN}$  mit einem vorbestimmten  $\text{T1}$  ( $\text{T1} = 400^\circ\text{C} = \text{TREG}$ ) verglichen.

Wenn  $\text{TIN} < \text{T1}$  ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S11 fortgesetzt, während dann, wenn das Ergebnis im Schritt 2S4 derart ist, daß der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S6 fortgesetzt ist, dann wird bei  $\text{TIN} > \text{T1}$  der Steuerungsablauf ausgehend von dem Schritt 2S10 mit dem Schritt 2S12 fortgesetzt. In

den Schritten 2S11 und 2S12 werden die Werte von  $\Delta\text{PCT1}$  und  $\Delta\text{PCT2}$  integriert, d. h.:

$$\text{SUM} \leftarrow \text{SUM} + \Delta\text{PCT1} \quad (14)$$

$$\text{SUM} \leftarrow \text{SUM} - \Delta\text{PCT2} \quad (15)$$

Wenn gefunden wird, daß  $\text{TIN} > \text{T1}$  im Schritt 2S9 ist, dann wird der Schritt 2S11 umgangen. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß selbst dann, wenn der Brennkraftmaschinenbetrieb in die Sammelzone fällt, da  $\text{TIN} > \text{T1}$  ist, hierbei angegeben wird, daß die Brennkraftmaschine unmittelbar eine Änderung vom Hochdrehzahl/Hochbelastungsbetriebszustand erfahren hat (d. h. sie arbeitet in einem Übergangsbetriebszustand), so daß man erwarten kann, daß der Filter 3 ausreichend warm ist, um die Verbrennung der Partikel einzuleiten, die zu diesem Zeitpunkt eintreten. Daher sollte unter diesen Umständen die gesammelte Partikelmenge pro Zeiteinheit nicht aufaddiert werden.

Wenn in ähnlicher Weise festgestellt wird, daß  $\text{TIN} < \text{T1}$  im Schritt 2S10 ist, ist zu erwarten, daß sich der Brennkraftmaschinenbetriebszustand von einer Niedriggeschwindigkeit/Niedrigbelastungsbetriebsart geändert hat, und daß zu diesem Zeitpunkt keine ausreichende Wärme zur Verfügung steht, um die Verbrennung einzuleiten. Daher wird der Schritt 2S12 des Steuerungsablaufes umgangen.

Im Schritt 2S13 wird der SUM-Wert mit einem vorbestimmten Bezugswert (beispielsweise 10 gm) verglichen. Wenn  $\text{SUM} \geq \text{Bezugswert}$  ist, wird hierdurch angegeben, daß sich ausreichend Partikel gesammelt haben, um eine Regeneration zu gewährleisten, und der Steuerungsablauf wird mit dem Schritt 2S14 fortgesetzt, in dem der vorstehend angegebene Merker F für eine erforderliche Regenerierung gesetzt wird ( $F = 1$ ).

Durch das Setzen des Merkers F wird bewirkt, daß der Steuerungsablauf von dem Schritt 2S2 mit den Schritten 2S16–2S20 fortgesetzt wird, in denen geeignete Steuerbefehle erzeugt werden, die das Öffnen und Schließen der Drosselventile steuern. Insbesondere wird im Schritt 2S16 der momentane  $\text{TIN}$  Wert mit  $\text{T1}$  verglichen. Wenn  $\text{TIN} \geq \text{T1}$ , dann kann der Filter spontan regeneriert werden, und der Steuerungsablauf wird mit dem Schritt 2S18 fortgesetzt.

Wenn aber  $\text{TIN} < \text{T1}$  ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S17 fortgesetzt, in dem die Kühlmitteltemperatur TW mit einem vorbestimmten Wert (beispielsweise  $50^\circ\text{C}$ ) verglichen wird. Wenn TW größer als der gegebene Wert ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 2S19 fortgesetzt. In diesem Schritt werden Befehle ausgegeben, welche die Heizeinrichtung 29 aktivieren und das Drosseln des Ansaug- und Auslaßsystems einleiten. Wie voranstehend angegeben ist, wird hierdurch die Abgastemperatur auf einen Wert erhöht, bei dem die Verbrennung der angesammelten Partikel eingeleitet werden kann.

Wenn andererseits die Kühlmitteltemperatur niedriger als der Vorgabewert ist, dann wird der Steuerungsablauf von dem Schritt 2S17 zu dem Schritt 2S20 fortgesetzt, in dem Befehle ausgegeben werden, mit denen alle Drosselventile 6, 21 und 25 geöffnet werden. Wie bereits in der Beschreibung angegeben ist, wird aus diesen Umständen geschlossen, daß es keine Möglichkeit gibt, die Temperatur der Abgase auf den Wert von TREG anzuheben.

Im Schritt 2S21 wird die Regenerationszeit gemessen und mit einem vorbestimmten Zeitwert im Schritt 2S22

verglichen. Diese Zeit kann in der Größenordnung von 10 Sek. oder dergleichen gesetzt werden. Die zu bestimmende Regenerierung läuft für eine vorbestimmte Zeitperiode ab. Der Steuerungsablauf schreitet dann mit dem Schritt 2S23 fort, in dem die in den bereits abgeschlossenen Regeneriervorgängen eingesetzten Daten gelöscht werden, und der Merker F für eine erforderliche Regenerierung zurückgesetzt wird ( $F=0$ ).

Zusammenfassend bezieht sich das vorstehend genannte Verfahren auf eine solche Weise, bei der eine gegebene Anzahl von Parametern überwacht wird und die Ansammlung von so ausreichenden Partikeln vorhergesagt wird, daß eine Regenerierung gewährleistet ist. Die Regenerierung wird in diesem Fall eine vorbestimmte Zeit lang aufrechterhalten, um die im Filter 3 gesammelten Partikel abzubrennen.

### Dritte bevorzugte Ausführungsform

Fig. 16 zeigt die wesentlichen Einzelheiten dieser dritten bevorzugten Ausführungsform. Diese bevorzugte Ausführungsform weist eine Auslegung auf, bei der die Druckdifferenz  $\Delta P$ , die am Filter auftritt, überwacht wird, und die Druckdifferenz, die unmittelbar nach einer Regenerierung ermittelt wurde, mit einem  $\Delta P_{\max}$  Wert verglichen wird, um ein Verhältnis aufzustellen. Dieses Verhältnis wird mit der Menge der unbrennbaren Partikel größer, die sich im Filter sammeln. Nach Maßgabe der Menge an unverbrannten Resten ZAN, die hierbei angegeben wird und die sich im Filter gesammelt haben, erfolgt eine zeitliche Vorverstellung für die Einleitung der nächsten Regenerierung.

Die Fig. 17A—17B zeigen Flußdiagramme von Arbeitsweisen, welche die Steuerung charakterisieren, die bei der dritten bevorzugten Ausführungsform durchgeführt wird. Wie bei den ersten beiden bevorzugten Ausführungsformen ist der erste Schritt des Steuerungsablaufes jener, daß Ne, Q, TW, TIN und  $\Delta P$  eingelesen werden. Im Schritt 3S2 wird bestimmt, ob es erforderlich ist, eine Regenerierung einzuleiten oder nicht. In diesem Fall erfolgt die Bestimmung dadurch, daß man das Setzen eines Merkers F1 für eine erforderliche Regenerierung abfragt und hierbei ermittelt, ob dieser Merker gesetzt ist oder nicht. Wenn die Regenerierung nicht erforderlich ist, ist  $F1=0$ .

Im Schritt 3S3 wird bestimmt, ob eine Regenerierung unmittelbar abgeschlossen ist oder nicht. Diese Bestimmung basiert auf dem Status eines zweiten Merkers F2 für die Beendigung einer Regenerierung. Dieser Merker ist gesetzt ( $F2=0$ ), wenn eine Regenerierung abgeschlossen ist. Wenn das Ergebnis dieser Abfrage angibt, daß unmittelbar eine Regenerierung abgeschlossen ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S4 fortgesetzt, in dem bestimmt wird, ob es Zeit für die Integration der Partikelbeladungsmenge ist oder nicht. Bei einem bejahenden Ergebnis wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S5 fortgesetzt, in dem ein Wert von  $\Delta PCT$  unter Verwendung der aufgelisteten Daten nachgeschlagen wird, die in Fig. 18 gezeigt sind, und wobei die momentane Brennkraftmaschinendrehzahl und die Werte der momentanen Brennkraftmaschinenbelastung berücksichtigt werden. Es ist noch zu erwähnen, daß in dieser Tabelle die positiven  $\Delta PCT$ -Werte in dem Bereich mit niedriger Drehzahl/geringer Belastung liegen, wenn die Abgastemperatur niedrig ist, und sich die Partikel im Filter sammeln. Andererseits erhält man negative Werte in den Brennkraftmaschinendrehzahl/Belastungsbereichen, in denen die Abgastemperatur so aus-

reichend hoch ist, daß ein spontanes Abbrennen und Regenerieren eingeleitet werden können. Somit führt die Addition eines negativen Wertes zu einer entsprechenden Reduktion des SUM-Wertes, während die Addition eines positiven Wertes den SUM-Wert konstant hält, welcher die tatsächliche Sammelmenge angibt.

Da der Wert von  $\Delta PCT$  mit dem Alter und dem entsprechenden Schlechterwerden der Brennkraftmaschine zunimmt, lassen sich die Werte von  $\Delta PCT$  nach Maßgabe der insgesamt mit dem Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecke, der Anzahl von Betriebsstunden der Brennkraftmaschine, einem unter Nutzung der Betriebszeit und Belastung abgeleiteten Wert, bei dem die Zeitabrechnung für den hohen Belastungsbetriebszustand erhöht (gewichtet) wird oder dergleichen aktualisieren.

Im Anschluß hieran wird in einem Schritt 3S6 die Menge der gesammelten Partikel SUM dadurch aktualisiert, daß man den unmittelbar erhaltenen Wert von  $\Delta PCT$  addiert, d. h.:

$$SUM = SUM + \Delta PCT \quad (16)$$

Es ist noch zu erwähnen, daß diese Integration in vorbestimmten Zeitintervallen (beispielsweise 2—3 Sek.) durchgeführt wird, und daß der Anfangswert von SUM nicht Null ist. Der Grund hierfür wird nachstehend noch näher erläutert.

Im Schritt 3S7 wird der aktualisierte SUM-Wert mit einem vorbestimmten Bezugswert verglichen, um zu bestimmen, ob ausreichend Partikel gesammelt wurden, um eine Regenerierung einzuleiten oder nicht. Wenn SUM gleich oder größer als der Bezugswert ist, schreitet der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S8 fort, in dem der Merker für eine erforderliche Regeneration gesetzt wird ( $F1=1$ ).

Im Schritt 3S9 werden Befehle ausgegeben, welche die Heizeinrichtung 29 so steuern, daß diese ausgeschaltet ist (AUS), und daß die Drosselventile 6, 21 und 25 die "Ausgangs-" oder Auslaßstellungen einnehmen. In anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, daß das System so in Betriebsbereitschaft initialisiert wird, daß die Temperatur-Steuerbefehle angenommen werden können.

Nach dem Schritt 3S9 kehrt der Steuerungsablauf zu dem Schritt 3S1 zurück. Da der Merker F1 für eine erforderliche Regenerierung gesetzt ist, wird beim nächsten Durchlauf der Steuerungsablauf ausgehend von dem Schritt 3S2 mit dem Schritt 3S10 fortgesetzt, in dem der momentane TIN Wert mit T1 verglichen wird. In diesem Fall wird T1 gleich TREG oder 400°C gewählt.

Wenn  $TIN \geq T1$  ist, wird angenommen, daß die Abgastemperatur zur Einleitung einer Verbrennung ausreichend ist, ohne daß man eine weitere Temperaturerhöhung benötigt, und der Steuerungsablauf wird mit dem Schritt 3S12 fortgesetzt. Wenn andererseits herausgefunden wird, daß TIN kleiner als T1 ist, dann wird in einem Schritt 3S11 der momentane TW-Wert mit einem vorbestimmten Wert (beispielsweise 50°C) verglichen. Wenn TW gleich oder größer als der gegebene Wert ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S13 fortgesetzt, in dem die Heizeinrichtung 29 eingeschaltet wird, und sowohl das Ansaug- als auch das Auslaßsystem durch Schließen der Drosselventile 6 und 21 gedrosselt werden. Durch diese Maßnahme wird die Abgastemperatur erhöht und die Verbrennung der angesammelten, brennbaren Partikel eingeleitet.

Wenn jedoch TW kleiner als der vorstehend angegebene Wert ist, wird der Steuerungsablauf mit dem

Schritt 3S14 fortgesetzt, in dem die drei Drosselventile 6, 21 und 25 geöffnet werden. Der Grund hierfür ist bereits in Verbindung mit der ersten bevorzugten Ausführungsform erläutert worden.

In den Schritten 3S15 und 3S16 wird ein Regenerationszeitwert inkrementell bei jedem Durchlauf des Steuerungsablaufes durch jeden dieser Schritte erhöht. Im Schritt 3S17 wird der gegenwärtige Regenerationszeitwert mit einem eine vorbestimmte Zeit wiedergebenden Wert (beispielsweise 10 Sek.) verglichen. Wenn der Zählerwert niedriger als der vorbestimmte Wert ist, wird der Steuerungsablauf zu dem Schritt 3S1 zurückgeführt.

Bei dem in einem der Schritte 3S16 und 3S17 zu erzeugenden, vorbestimmten Zählerwert erfolgt eine Umschaltung des Steuerungsablaufes im Schritt 3S17 zu dem Schritt 3S18, in dem der Merker F2 für die Beendigung der Regeneration gesetzt wird (F2=1). Im Schritt 3S19 werden die während der momentanen Regenerierung gespeicherten Daten gelöscht, und der Merker F1 wird gelöscht (F1=0).

Im nächsten Durchlauf des Steuerungsablaufes wird dieser ausgehend von dem Schritt 3S2 mit dem Schritt 3S20 in Abhängigkeit von dem Stand des Merkers F2 für die Beendigung der Regenerierung fortgesetzt. Im Schritt 3S20 wird bestimmt, ob die erforderlichen Bedingungen für die Erfassung der Druckdifferenz  $\Delta P$  vorhanden sind oder nicht. In diesem Fall ist es erforderlich, daß die Brennkraftmaschinenkraftmaschinendrehzahl und -Belastung gleich oder größer als die vorbestimmten Werte sind und die seit der letzten Abtastung verstrichene Zeit einen vorbestimmten Grenzwert (beispielsweise 20 Sek.) überschreitet. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, wird der Steuerungsablauf zu dem Schritt 3S1 über den Schritt 3S9 zurückgeführt.

Wenn die erforderlichen Bedingungen für die Abtastung sich ergeben wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S21 fortgesetzt, in dem der Ausgang des Druckdifferenzsensors 31 abgefragt wird und der Wert im Speicher abgelegt wird. Der Wert wird dann hinsichtlich der Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur unter Verwendung der folgenden Gleichung korrigiert:

$$\Delta P = \Delta P \times KTW \quad (17)$$

In diesem Fall kann man den Kühlmitteltemperaturkorrekturfaktor KTW durch Nachschlagen unter Verwendung der Datentabellen gemäß Fig. 19 erhalten. Der Grund für diese Korrektur ist darin zu sehen, daß die Temperatur der Abgase bei niedrigen Kühlmitteltemperaturen abzusinken neigt, wodurch eine Abnahme des Wertes von  $\Delta P$  verursacht wird.

Im Schritt 3S22 erhält man einen  $\Delta P_{max}$  Wert durch Nachschlagen in den Datentabellen, die in Fig. 20 gezeigt sind, ein  $\Delta P/P_{max}$  Verhältnis wird ermittelt und das erhaltene Verhältnis wird zum Nachschlagen in einer Datentabelle zur Ermittlung eines ZAN Wertes genutzt. Wie sich hieraus ersehen läßt, steigt der Wert von ZAN mit dem Wert des Verhältnisses  $\Delta P/P_{max}$  an.

Im Schritt 3S23 wird bestimmt, ob die entsprechende Anzahl von ZAN Abfragen (beispielsweise vier Abfragen) aufgezeichnet ist oder nicht. Wenn die entsprechende Anzahl aufgezeichnet und gespeichert wurde, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 3S23 fortgesetzt, in dem eine statistische Verarbeitung einschließlich der Ermittlung eines gewichteten Mittelwertes vorgenommen wird. Insbesondere wird der erste Abtastwert im Speicher wie folgt gesetzt:

$$ZAN1 = ZAN1 \quad (18)$$

Im Anschluß hieran wird der gewichtete Mittelwert des ZAN1-Wertes mit dem zweiten Wert verwendet, um einen gewichteten ZAN2-Wert zu erhalten:

$$ZAN2 = (3ZAN1 + ZAN2)/4 \quad (19)$$

In ähnlicher Weise werden die gewichteten ZAN3- und ZAN4-Werte abgeleitet:

$$ZAN3 = (3ZAN2 + ZAN3)/4 \quad (20)$$

$$ZAN4 = (3ZAN3 + ZAN4)/4 \quad (21)$$

Der gewichtete ZAN4 Wert wird im Speicher als Anfangswert von SUM gespeichert.

Im Schritt 3S26 wird ein Merker F2 gelöscht.

Zusammenfassend ist bei dieser vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform die Auslegung derart getroffen, daß der Regenerierungswirkungsgrad durch die Druckdifferenz ungünstiger werden kann, die an dem Filter 3 im Anschluß an eine Regeneration auftritt. Die Menge an Partikeln, die im Filter im Anschluß an die Regeneration bleibt, wird basierend auf dem Regenerierungswirkungsgrad ermittelt, und dieser wird als Anfangswert von SUM bei der nächsten Regeneration genutzt.

#### Vierte bevorzugte Ausführungsform

Fig. 22 zeigt die wesentlichen Einzelheiten einer vierten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung. Wie sich aus dieser Figur ersehen läßt, ist diese bevorzugte Ausführungsform derart ausgelegt, daß man die Daten, wie der vom Fahrzeug zurückgelegte Weg, die Fahrzeit und die verbrauchte Brennstoffmenge bzw. Kraftstoffmenge nutzt. Obgleich in Fig. 2 nicht speziell gezeigt ist, kann man diese Daten von einem Fahrzeug-Fahrtkilometermesser einer in der Steuereinheit 41 eingebauten Uhr eines Kraftstoffdurchflußmessers und dergleichen erhalten. Die möglichen technischen Ausführungsformen und Varianten sind auf dem Gebiet des Kraftfahrzeugbaus und der Brennkraftmaschinensteuerung an sich bekannt, so daß keine näheren Einzelheiten diesbezüglich erforderlich sind.

Diese bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich durch eine solche Auslegung aus, daß die Regenerationseinleitungszeit (Regenerationsintervall) auf einem empirisch ermittelten Plan basiert, den man unter Verwendung der Abläufe hinsichtlich des Sammelns der Partikel und der Druckdifferenz erhält. In anderen Worten bedeutet dies, daß für jede Bauart einer Brennkraftmaschine (und/oder Filter) die entsprechenden Daten aufgezeichnet werden und diese Statistiken oder "der zeitliche Ablauf" ermittelt wird, um diesen Ablaufplan zu erstellen, welcher die Intervalle wiedergibt, zu denen Regenerierungen erforderlich sind.

Vor der eingehenden Beschreibung des Flußdiagramms, das diesen Steuerungsablauf unter Verwendung eines Steuerprogramms wiedergibt, sollen noch gewisse wesentliche Aspekte bei dieser bevorzugten Ausführungsform erläutert werden.

#### (1) Druckabhängiges Regenerationsintervall

Die Druckdifferenz  $\Delta P$  wird in bestimmten Intervallen ermittelt, und die Häufigkeit, mit der ein vorbe-

stimmter Grenzwert  $\Delta P_{\max}$  überschritten wird, wird als eine Anzeige dafür gewertet, daß eine Regeneration erforderlich ist, wenn diese Häufigkeit einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet.

Wie bereits angegeben ist, ist der  $\Delta P$ -Wert von der Menge der Partikel (PCT) und der Asche abhängig, welche sich im Filter sammeln.

Die Intervalle, zu denen es erforderlich ist, Regenerationen durchzuführen, und bei denen diese Technik zur Anwendung kommt, sind in Kettenlinien in Fig. 23 und 24 eingetragen. Die Linie in Fig. 24 bezeichnet den zeitlichen Ablauf, den man erhält, wenn die Menge der nicht brennbaren Asche, die sich im Filter gesammelt hat, einen niedrigen Wert annimmt, während die Kurve in Fig. 23 den zeitlichen Ablauf bezeichnet, den man erhält, wenn die Aschenmenge am oberen Grenzwert ist. Wenn die Aschenmenge im Filter größer wird, werden die Intervalle kleiner, die für Regenerationen nach Maßgabe der Druckdifferenz erforderlich sind.

### (2) Sammelabhängiges Regenerationsintervall

Die pro Zeiteinheit  $\Delta PCT$  gesammelte Partikelmenge wird basierend auf der Brennkraftmaschinendrehzahl und den Brennkraftmaschinenbelastungswerten  $N_e$ ,  $Q$  ermittelt. Die  $\Delta PCT$  Werte werden in vorbestimmten Zeitintervallen integriert. Wenn die Summe (SUM) einen vorbestimmten Wert überschreitet, ist der Zeitpunkt für eine Regeneration erreicht. Die Änderung dieses Parameters ist mit einer mit einem einzigen Punkt versehenen Linie in den Fig. 23 und 24 eingetragen.

### (3) Sammelabhängiges Regenerationsintervall (bei maximal möglicher Sammelrate)

Die mit zwei Punkten versehenen Linien in Fig. 23 und 24 zeigen den "minimalen" Abstand, auf dem die Partikelsammelmenge den oberen Grenzwert bei einer maximal möglichen Sammelrate erreichen kann. Dieser minimale Abstand kann nicht vermindert werden, da dieser den Abstand darstellt, während dem eine vollständige Beladung mit Partikeln unter äußerst extremen Betriebsbedingungen (beispielsweise unter Bedingungen, bei denen die Partikelmenge in den Abgasen maximal ist) erfolgt, und der  $\Delta P$ -Wert seinen oberen Grenzwert erreicht.

Das Intervall zwischen den tatsächlichen Regenerationen wird so gewählt, daß es den durchgezogenen Linien in den Fig. 23 und 24 folgt. Wie sich aus diesen Linien ergibt, erhält man einen "auf der sicheren Seite liegenden" Kompromiß unter den vorstehend angegebenen drei unterschiedlichen das Intervall bestimmenden Parametern. Wenn der druckdifferenzabhängige Schwellwert nicht erreicht wird, folgt die Sammelkurve der in gebrochener Linie dargestellten. Wenn der  $\Delta P$  Schwellwert erreicht ist, wird angenommen, daß der untere der beiden Werte (der druckbezogene Wert) als der sicherere betrachtet wird. Wenn man den "ungünstigsten Fall" für den Schwellwert annimmt (Linien mit zwei Punkten) wird das Regenerationsintervall nach Maßgabe dieses Wertes bestimmt.

Da sich die Menge an ansammelnder Asche erhöht, bewegt sich die Stufe in den Linien von der in Fig. 24 gezeigten Position zu der in Fig. 23 gezeigten Position.

Ogleich in dem Flußdiagramm nach den Fig. 25A und 25B nicht speziell angegeben ist, liegt es innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung, ein Unterprogramm

einzusetzen, welches die Plandaten in Fig. 24 auf eine solche Weise aktualisiert, daß man die Tendenz erhält, die in Fig. 23 gezeigt ist. In anderen Worten ist es möglich, einen ZAN Wert (der vorstehend im Zusammenhang mit der dritten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung angegeben worden ist), durch die Erfassung der Druckdifferenz nach einer Regeneration zu entwickeln und zu bestimmen wieviel unbrennbare Rückstände sich angesammelt haben. In Abhängigkeit von dem ZAN Wert kann die Lage der in gebrochener Linie dargestellten Kurve und der in Fig. 24 in Richtung zu der in Fig. 23 gezeigten verschoben werden. Hierdurch wird die Tatsache verdeutlicht, daß der Filter die Neigung besitzt, seinen vollständig beladenen Zustand früher als im Normalzustand in Folge der unbrennbaren Rückstände zu erreichen, so daß die Häufigkeit der Durchführung der Regenerierungen erhöht wird.

Es ist noch zu erwähnen, daß der Gesamtabstandsparameter nach den Fig. 23 und 24 in Form des vom Fahrzeug insgesamt zurückgelegten Weges, der gesamten Laufzeit der Brennkraftmaschine, gesamten Brennstoffverbrauchs oder anderer geeigneter Einflußgrößen dargestellt werden kann, die von einer Kombination aus zwei oder mehr derartiger Größen abgeleitet werden kann. In ähnlicher Weise ist das "Intervall" zwischen Regenerierungen nicht notwendigerweise auf die Zeit beschränkt, sondern kann auch auf die Wegstrecke, die Laufzeit der Brennkraftmaschine, den verbrauchten Kraftstoff oder dergleichen begrenzt sein, wenn dies gegebenenfalls als zweckmäßig erachtet wird.

Die ersten beiden Schritte des Flußdiagramms in den Fig. 25A und 25B sind gleich wie bei dem Steuerungsablauf nach den Fig. 10A und 10B. Es werden also verschiedene Daten eingelesen, der Status eines Merkers geprüft, wenn es Zeit ist, den Filter 3 zu regenerieren, um zu bestimmen, ob es nunmehr an der Zeit ist, eine Regenerierung einzuleiten oder nicht.

Im Schritt 4S3 wird bestimmt, ob die Zeit für den  $\Delta PCT$  Wert zu dessen Integration erreicht ist oder nicht.

Im Schritt 4S4 wird die Menge der gesammelten Partikel  $\Delta PCT$  pro Zeiteinheit durch Nachschlagen in den Wertetabellen erhalten. Fig. 26 zeigt ein Beispiel von derartigen tabellarisch aufgelisteten Daten, welche sich einsetzen lassen, um den geeigneten  $\Delta PCT$  Wert für den momentanen Zustand der Brennkraftmaschinendrehzahl und der Brennkraftmaschinenbelastungsbedingungen anzugeben. Wie gezeigt, ist diese Liste ähnlich wie die in Fig. 18 gezeigte angelegt. In dieser Tabelle liegen die positiven  $\Delta PCT$  Werte in den Bereichen mit niedriger Geschwindigkeit/geringer Belastung, wobei die Abgastemperatur niedrig ist und sich die Partikel im Filter sammeln. Andererseits sind die negativen Werte in den Bereichen der Brennkraftmaschinendrehzahl/Belastung enthalten, in denen die Abgastemperatur ausreichend hoch ist, daß ein spontanes Abbrennen und Regenerieren eingeleitet werden kann. Somit führt die Addition eines negativen Wertes zu einer geeigneten Herabsetzung des SUM-Wertes, während die Addition eines positiven Wertes den SUM-Wert konstant hält, welcher die tatsächlich gesammelte Menge wiedergibt.

In diesem Schritt wird der  $\Delta PCT$  Tabellenwert, den man durch Nachschlagen erhalten hat, ebenfalls im Hinblick auf die zurückgelegte Wegstrecke (d. h. für das Fahrzeug bei dem der zur Rede stehende Motor eingebaut ist) unter Verwendung der folgenden Gleichung korrigiert:

$$\Delta PCT = \Delta PCT_{\text{map}} \times KD_{IS} \quad (24)$$



Der Korrekturfaktor KDIS wird aus einem von zwei Sätzen von aufgelisteten Daten erhalten. Wenn der Wert von  $\Delta PCT$  nach der Tabelle positiv ist, wird die in Fig. 27 gezeigte Tabelle verwendet, während dann, wenn der momentane Wert von  $\Delta PCT$  nach der Tabelle negativ ist, die in Fig. 28 gezeigten Daten verwendet werden. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß sich der Wert von  $\Delta PCT$  mit dem Alter der Brennkraftmaschine ändert, und daher ist diese Korrekturweise geeignet, um die Systemgenauigkeit über einen langen Zeitraum hinweg konstant zu halten.

Im Schritt 4S5 wird der gesammelte Partikelwert integriert:

$$SUM = SUM + \Delta PCT \quad (25)$$

Im Schritt 4S6 wird der unmittelbar erhaltene SUM-Wert mit einem Bezugswert verglichen. Wenn  $SUM <$  dem Bezugswert ist, ist es Zeit, den Filter zu regenerieren, und der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S7 fortgesetzt. Mit diesem Schritt wird bestimmt, ob der zurückgelegte Weg größer als der "minimale" Wert ist, der bei der maximal möglichen Partikelsammelrate zugelassen ist (es wird bestimmt, ob der mit der gebrochenen Linie mit zwei Punkten in den Fig. 23 und 24 eingetragene Schwellwert erreicht ist oder nicht).

Wenn dieser Grenzwert erreicht ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S8 fortgesetzt, in dem ein Merker F1 für eine erforderliche Regenerierung gesetzt wird, und dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S9 fortgesetzt, in dem die Ansteuerung der Heizeinrichtung 29 und der drei Drosselventile 6, 21 und 25 alle so vorgenommen werden, daß sie auf ihre vorbestimmten Anfangsnennwerte eingestellt werden.

Wenn andererseits das Ergebnis im Schritt 4S3 negativ ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S10 fortgesetzt. Es ist noch zu erwähnen, daß die Schritte 4S10 bis 4S15 derart gewählt sind, daß die Regenerationszeit bestimmt wird. Genauer gesagt wird im Schritt 4S10 bestimmt, ob es Zeit für die Abfrage der Druckdifferenz ist oder nicht. Wenn das Ergebnis bejahend ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S11 fortgesetzt. Die Abtastung erfolgt in regelmäßigen Zeitintervallen von  $\Delta T2$ , welche in der Größenordnung von einigen Sekunden vorgegeben sind.

Im Schritt 4S11 wird der momentane  $\Delta P$  Wert unter Berücksichtigung der Kühlmitteltemperatur korrigiert und im Speicher abgelegt. Siehe hierzu

$$\Delta P = \Delta P \times KTW \quad (26)$$

wobei KTW der Kühlmittelkorrekturfaktor ist, den man aus den tabellarisch aufgelisteten Daten gemäß Fig. 29 erhält.

In den Schritten 4S12 bis 4S14 werden statistische Verarbeitungen vorgenommen, um Auswirkungen von mißverständlichen Schwankungen bei dem Ausgang des Drucksensors 31 zu vermeiden, die während den Übergangsbetriebsarten der Brennkraftmaschine auftreten können und um die Auswirkungen der Aschesammelmenge im Filter zu vermeiden. Im Schritt 4S12 wird bestimmt, ob eine ausreichende Anzahl von Druckdifferenzmessungen stattgefunden hat oder nicht. Wenn beispielsweise deren Zahl N 32 überschreitet, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S13 fortgesetzt. In diesem Schritt wird ein Grenzwert  $\Delta P_{max}$  nachgeschlagen und es wird bestimmt, ob der erfaßte Wert  $\Delta P$  den  $\Delta P_{max}$  Grenzwert überschreitet und das Ergebnis wird

gespeichert. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Mikroprozessor in der Steuereinheit 41 eine Anzahl N von Speicheradressen.

Fig. 30 zeigt eine Datenliste, aus der Wert von  $\Delta P_{max}$  bestimmt wird. Wie gezeigt, sind diese Daten in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinendrehzahl und der Brennkraftmaschinenbelastung aufgezeichnet.

Im Schritt 4S14 wird die Anzahl der  $\Delta P$  Werte, welche den  $\Delta P_{max}$  Grenzwert überschreitet, gezählt und der Zählerwert CNT wird mit N verglichen, um die Häufigkeit zu ermitteln, mit der die Druckdifferenz den zulässigen Grenzwert überschreitet. Siehe hierzu folgendes:

$$15 \text{ Freq} = CNT/N \quad (27)$$

Im Schritt 4S15 wird der CNT/N Wert mit einem vorbestimmten Bezugswert verglichen. Wenn  $CNT/N >$  Ref. ist, wird angegeben, daß eine Regenerierung notwendig ist, und der Steuerungsablauf wird mit dem Schritt 4S7 fortgesetzt. Wenn entsprechend den voranstehenden Ausführungen der "minimale" Abstandswert überschritten ist, dann wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S8 fortgesetzt, in dem der Merker F1 gesetzt wird.

Im Anschluß an das Setzen von  $F1 = 1$  wird der Steuerungsablauf von dem Schritt 4S2 mit dem Schritt 4S16 fortgesetzt. In diesem Schritt wird die Filtereinlaßtemperatur  $TIN$  mit  $T1$  (beispielsweise  $400^\circ C$ ) verglichen. Wenn  $TIN \geq T1$  ist, kann man erwarten, daß sich der Filter 3 spontan regenerieren läßt, und der Steuerungsablauf wird mit dem Schritt 4S18 fortgesetzt. Wenn jedoch  $TIN < T1$  dann im Schritt 4S17 ist, wird bestimmt, ob die Kühlmitteltemperatur  $TW$  größer als der gegebene Wert ( $50^\circ C$ ) ist oder nicht. Wenn sich ein bejahendes Ergebnis ergibt, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S19 fortgesetzt, in dem Befehle abgegeben werden, um die Heizeinrichtung 29 einzuschalten und sowohl eine Drosselung des Ansaugsystems als auch des Auslaßsystems einzuleiten. In Abhängigkeit von diesen Maßnahmen steigt die Temperatur der Abgase, die in den Filter eintreten auf einen solchen Wert, daß eine Regenerierung eingeleitet werden kann.

Wenn jedoch  $TW$  kleiner als der vorbestimmte Wert ist, wird der Steuerungsablauf mit dem Schritt 4S20 fortgesetzt, in dem die Heizeinrichtung abgeschaltet wird und alle Drosselventile 6, 21 und 25 geöffnet werden.

Im Schritt 4S21 und 4S22 wird die Regenerationszeit überwacht. Wenn der Zählerwert einen Wert überschreitet, der eine vorbestimmte Zeit angibt (beispielsweise 10 Sek.), wird angenommen, daß die Regeneration beendet ist, und der Steuerungsablauf wird zu dem Schritt 4S24 übergeleitet, in dem die Daten gelöscht werden, die bei dem momentanen Regenerierungsvorgang eingesetzt wurden. Dieser umfaßt das Löschen des Merkers F1 für eine erforderliche Regenerierung.

Obgleich voranstehend angegeben ist, daß  $\Delta PCT$  unter Verwendung der Brennkraftmaschinendrehzahl  $N$  der Brennkraftmaschinenbelastung  $Q$  abgeleitet ist, liegt es im Rahmen des Schutzzumfanges der Erfindung den zurückgelegten Weg, die verbrauchte Kraftstoffmenge oder ähnliche Parameter zu verwenden, die eine direkte Zuordnung zu der erzeugten Partikelmenge haben.

Ferner ist die Einrichtung zum Erhöhen der Abgastemperatur nicht auf die angegebenen Auslegungsformen beschränkt, sondern es sind zahlreiche andere Maßnahmen/Einrichtungen geeignet, mittels denen die

Temperatur erhöht werden kann.

Auch ist noch zu erwähnen, daß bei den dargestellten bevorzugten Ausführungsformen eine feste Regenerierungszeit angenommen wird, wobei aber auch Techniken von der ersten bevorzugten Ausführungsform eingesetzt werden können, mittels denen die Regenerierung beendet werden kann, sobald der Abbrand der angesammelten Partikel bestimmt ist.

Somit sind zahlreiche Kombinationen der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen und Varianten hiervon möglich, die der Fachmann im Bedarfsfall verwirklichen wird, ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Abgasreinigungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine gekennzeichnet durch:

einen Filter (3) der in einer Abgasleitung (2) angeordnet ist, und in dem in den Abgasen enthaltene Partikel gesammelt werden, die durch die Leitung (2) strömen,

eine Sensoreinrichtung zum Erfassen von Parametern, die einen Bezug zu der Rate und/oder der Menge der im Filter (3) gesammelten Partikel und den Bedingungen haben, die im Filter (3) herrschen, eine Einrichtung zum Ableiten einer Näherungsgröße für die Menge der gesammelten Partikel und/oder der im Filter abgebrannten Partikel basierend auf dem Ausgang von der Sensoreinrichtung, und

eine Einrichtung (5, 6, 21, 28) zum selektiven Erhöhen der Temperatur im Filter auf einen Wert, bei dem eine Verbrennung der brennbaren Bestandteile der darin gesammelten Partikel eingeleitet werden kann, wenn eine Regenerierung als erforderlich angesehen wird, und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht zur Einleitung einer spontanen Verbrennung ausreicht.

2. Brennkraftmaschine, welche folgendes aufweist: einen ersten Brennkraftmaschinendrehzahlsensor (34),

einen zweiten Brennkraftmaschinenbelastungssensor (35),

einen dritten Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatursensor (36),

einen Ansaugkanal (5),

ein erstes servogesteuertes Stromsteuerventil (6), das in dem Ansaugkanal (5) zur Begrenzung der durchgehenden Luftmenge angeordnet ist,

eine Abgasleitung (2),

ein zweites servogesteuertes Stromsteuerventil (21), das in der Abgasleitung (2) zur Begrenzung des durchgehenden Gasstromes angeordnet ist,

ein Filter (3), der in der Abgasleitung (2) stromab des zweiten Ventils (21) angeordnet ist, wobei der Filter (3) derart ausgelegt ist, daß er Partikel abscheiden und sammeln kann, die in den Gasen enthalten sind, die durch die Abgasleitung (2) strömen, eine Heizeinrichtung (29), die in der Abgasleitung (2) unmittelbar stromauf des Filters (3) angeordnet ist,

einen Bypasskanal (24), der ein stromaufwärtiges Ende hat, das in Fluidverbindung mit der Abgasleitung (2) an einer Stelle stromab des zweiten Ventils (21) steht, und ein stromabwärtiges Ende hat, das in Verbindung mit der Abgasleitung (2) an einer Stelle stromab des Filters steht,

ein drittes, servogesteuertes Stromsteuerventil (25), das im Bypasskanal (24) zur Begrenzung des durchgehenden Gasstromes angeordnet ist,

einen vierten Temperatursensor (32) zum Erfassen der Temperatur des in den Filter (3) eintretenden Gases,

einen fünften Temperatursensor (33) zur Erfassung der Temperatur der den Filter (3) verlassenden Gase,

einen sechsten Druckdifferenzsensor (31) zum Erfassen einer Druckdifferenz (IP) zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters (3),

eine Steuereinheit (41), die mit der Heizeinrichtung (29), den ersten bis sechsten Sensoren und den ersten bis dritten Stromsteuerventilen verbunden ist, wobei die Steuereinheit (41) eine Schaltung enthält, die folgendes ausführt:

Ableiten eines Näherungswertes der Menge der gesammelten und/oder im Filter (3) abgebrannten Partikel basierend auf dem Ausgang der Sensoreinrichtung, und

selektives Betreiben der Heizeinrichtung (29) und der ersten bis dritten Stromsteuerventile (6, 21, 25) derart, daß die Temperatur im Filter (3) auf einen Wert ansteigt, bei dem die brennbaren Bestandteile der im Filter gesammelten Partikel eingeleitet werden kann, wenn eine Regeneration als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter (3) einströmenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung einzuleiten.

3. Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage, die einen Filter aufweist, in dem Partikel gesammelt werden, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

Ermitteln der Brennkraftmaschinendrehzahl unter Verwendung eines ersten Sensors,

Ermitteln der Brennkraftmaschinenbelastung unter Verwendung eines zweiten Sensors,

Ermitteln der Temperatur des Brennkraftmaschinenkühlmittels unter Verwendung eines dritten Sensors,

Abscheiden und Sammeln von Partikeln in den Gasen, die durch die Abgasleitung strömen, unter Verwendung eines Filters,

Ermitteln der Temperatur der Abgase an den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters unter Verwendung von vierten und fünften Sensoren,

Ermitteln der Druckdifferenz zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters unter Verwendung eines sechsten Sensors,

Verwenden der Ausgänge der ersten bis sechsten Sensoren, um einen Näherungswert einer Menge an Partikeln zu ermitteln, die im Filter gesammelt und/oder abgebrannt wird, und

selektives Erhöhen der Temperatur der Abgase, wenn eine Regeneration als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung bzw. ein spontanes Abbrennen auszulösen.

4. Abgasreinigungsvorrichtung gekennzeichnet durch:

einen Filter (3), der Partikel abscheidet und sammelt, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind,



eine erste Sensoreinrichtung (34) zum Erfassen der Brennkraftmaschinenendrehzahl (Ne),  
 eine zweite Sensoreinrichtung (35) zum Erfassen der Brennkraftmaschinenbelastung (Q),  
 eine dritte Sensoreinrichtung (36) zum Erfassen der Temperatur (KTW) des Brennkraftmaschinenkühlmittels,  
 eine vierte Sensoreinrichtung (32, 33) zum Erfassen der Temperatur der Abgase an dem stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters (3),  
 eine fünfte Sensoreinrichtung (31) zum Erfassen der Druckdifferenz (! P) zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Enden des Filters (3),  
 eine Einrichtung (41), welche unter Nutzung der Ausgänge der ersten bis fünften Sensoren einen Näherungswert für eine Menge an Partikeln ermittelt, die im Filter (3) gesammelt und/oder abgebrannt wurde, und  
 eine Einrichtung (6, 21, 25, 29) zum selektiven Erhöhen der Temperatur des Abgases, wenn eine Regenerierung als erforderlich angesehen wird und die Temperatur der in den Filter eintretenden Gase nicht ausreicht, um eine spontane Verbrennung auszulösen.  
 5. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter (3) eingesetzt wird, um Partikel abzuscheiden und zu sammeln, die in den Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, gekennzeichnet durch:  
 eine Einrichtung zum Überwachen des eine vorbestimmte Partikelmenge enthaltenden Filters (3) und zum zeitweiligen Anwenden von Maßnahmen, mittels denen die Temperatur der Abgase auf einen Wert erhöht werden kann, bei dem die Partikel abgebrannt werden können,  
 eine Einrichtung zur Bestimmung einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenendrehzahl/Lastungs-zonen einer Brennkraftmaschine, welche dem Betrieb der Abgasreinigungsvorrichtung zugeordnet sind,  
 eine Einrichtung zum Ermitteln eines Näherungswertes der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit erzeugt wird und die im Filter (3) gesammelt wird, auf der Basis der Brennkraftmaschinenendrehzahl/Lastungszone, in der die Brennkraftmaschine nach dieser Ermittlung arbeitet,  
 eine Einrichtung zur Erfassung der Temperatur der am Filter austretenden Gase und zur näherungsweise Bestimmung der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit abgebrannt wird,  
 eine Einrichtung zum Bestimmen der effektiven Verminderung der im Filter (3) enthaltenen Partikel basierend auf der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit erzeugt wird, und der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit abgebrannt wird, und zum Bestimmen, wenn die im Filter enthaltene Partikelmenge einen vorbestimmten Wert erreicht, wobei dann die Maßnahmen gestoppt werden können, mittels welchen die Temperatur der Abgase auf einen Wert erhöht wird, bei dem die Partikel abgebrannt werden können.  
 6. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter eingesetzt wird, um Partikel abzuscheiden und zu sammeln, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, gekennzeichnet durch:  
 eine Einrichtung zum Bestimmen, ob eine mit der Reinigungsvorrichtung zusammenarbeitende Brennkraftmaschine in einer ersten Betriebsart arbeitet, bei der man eine Abgastemperatur erhält,

die so ausreichend hoch ist, daß ein Abbrennen der im Filter (3) gesammelten Partikel eingeleitet werden kann, oder in einer zweiten Betriebsart arbeitet, bei der eine Abgastemperatur auftritt, die nicht so hoch ist, daß ein Abbrennen der im Filter gesammelten Partikel eingeleitet wird,  
 eine Einrichtung zum Herabsetzen eines Sammelwertes, welcher die Menge der im Filter festgehaltenen Partikel wiedergibt, wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine der ersten Betriebsart arbeitet, oder zum Erhöhen des Sammelwertes, wenn bestimmt wird, daß die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart bzw. dem zweiten Betriebsbereich arbeitet, und  
 eine Einrichtung zum Bestimmen, daß eine Filterregenerierung erforderlich ist, wenn der Sammelwert bzw. Beladungswert einen vorbestimmten Grenzwert erreicht.  
 7. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter (3) eingesetzt wird, um Partikel zu trennen und zu sammeln, die in Abgasen enthalten sind, welche von einer Brennkraftmaschine abgegeben werden, gekennzeichnet durch:  
 eine Einrichtung zum Addieren der Partikelmenge, die pro Zeiteinheit erzeugt wird zu einem Grundwert und zum Ermitteln der Menge an Partikeln, die effektiv sich im Filter gesammelt haben, basierend auf dem Arbeiten der Brennkraftmaschine, welche mit der Reinigungsvorrichtung zusammenarbeitet,  
 eine Einrichtung zum Einleiten einer Filterregenerierung, wenn bestimmt wird, daß eine vorbestimmte Partikelmenge sich im Filter gesammelt hat,  
 eine Einrichtung (31) zum Ermitteln der Druckdifferenz, die am Filter (3) im Anschluß an eine Regenerierung vorhanden ist unter Verwendung der ermittelten Druckdifferenz mit einem vorbestimmten Grenzwert, um ein Verhältnis zu bestimmen, und  
 eine Einrichtung, welche dieses Verhältnis nutzt, um die Menge der unverbrannten Partikel zu bestimmen, die im Filter im Anschluß an eine Regenerierung festgehalten werden, bei dem dieser Grundwert genutzt wird, und zu dem die Partikelmenge addiert wird, die pro Zeiteinheit erzeugt wird.  
 8. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter (3) eingesetzt wird, um Partikel zu trennen und zu sammeln, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, gekennzeichnet durch:  
 eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Partikelmenge, die sich effektiv pro Zeiteinheit im Filter (3) sammelt, basierend auf den überwachten Parametern,  
 eine Einrichtung zum Integrieren der Partikelmenge, die sich effektiv pro Zeiteinheit im Filter angesammelt hat und zum Abschätzen der Partikelmenge im Filter (3), und  
 eine Einrichtung zum zeitweisen Erhöhen der Temperatur der Abgase auf einen vorbestimmten Temperaturwert, bei dem die Verbrennung der brennbaren Partikel, die sich im Filter (3) gesammelt haben, eingeleitet wird, wenn die Integriereinrichtung angibt, daß sich eine vorbestimmte Partikelmenge im Filter gesammelt hat.  
 9. Abgasreinigungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerhöhungseinrichtung die Temperatur der Abgase auf

einem vorbestimmten Wert während einer vorbestimmten Zeitdauer konstant hält.

10. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter (3) eingesetzt wird, um Partikel abzuscheiden und zu sammeln, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß:

eine Einrichtung zum zeitweisen Erhöhen der Temperatur der Abgase auf einen vorbestimmten Wert, bei dem die Verbrennung der brennbaren Partikel eingeleitet werden kann, die sich im Filter (3) gesammelt haben,

eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Menge, um die die Partikel im Filter (3) effektiv pro Zeiteinheit herabgesetzt wird, basierend auf den überwachten Parametern,

eine Einrichtung zum Integrieren der Menge, um die die Partikel im Filter (3) pro Zeiteinheit reduziert wird, und zum Abschätzen, wenn die gesammelte Partikelmenge auf einen vorbestimmten Wert herabgesetzt wurde, und

eine Einrichtung zum Anhalten der zeitweiligen Temperaturerhöhung, wenn erkannt wird, daß die gesammelte Partikelmenge auf den vorbestimmten Wert herabgesetzt wurde.

11. Abgasreinigungsvorrichtung, bei der ein Filter (3) eingesetzt wird, um Partikel abzuscheiden und zu sammeln, die in Abgasen von einer Brennkraftmaschine enthalten sind, gekennzeichnet durch:

eine Einrichtung zum Überwachen einer Mehrzahl von Brennkraftmaschinenbetriebsparametern und zum Abschätzen der Menge, mit der sich die Partikel im Filter (3) effektiv pro Zeiteinheit ansammelt, basierend auf den überwachten Parametern,

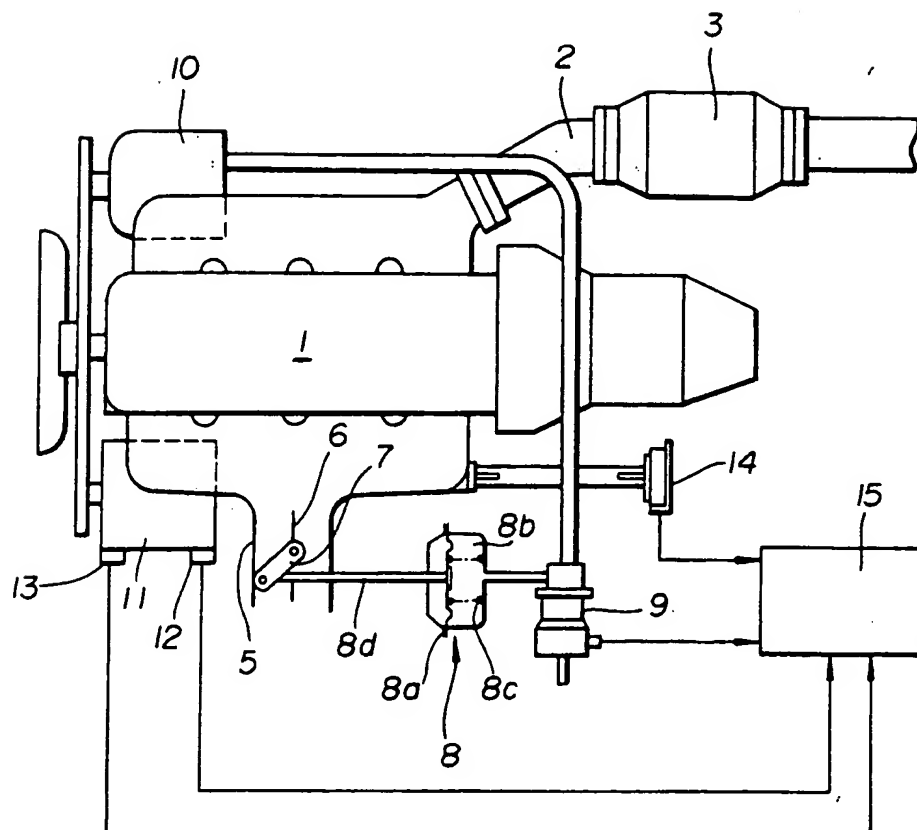
eine Einrichtung zum Integrieren der Menge, um die die Partikel im Filter (3) pro Zeiteinheit herabgesetzt wird, und zum Abschätzen, wenn die gesammelte Partikelmenge auf einen vorbestimmten Wert herabgesetzt ist sowie zum Vorgeben eines ersten Regenerierungsintervalls,

eine Einrichtung zum Erfassen der Druckdifferenz, die am Filter vorhanden ist, zur Vorgabe eines zweiten Regenerierungsintervalls nach Maßgabe der ermittelten Druckdifferenz, und

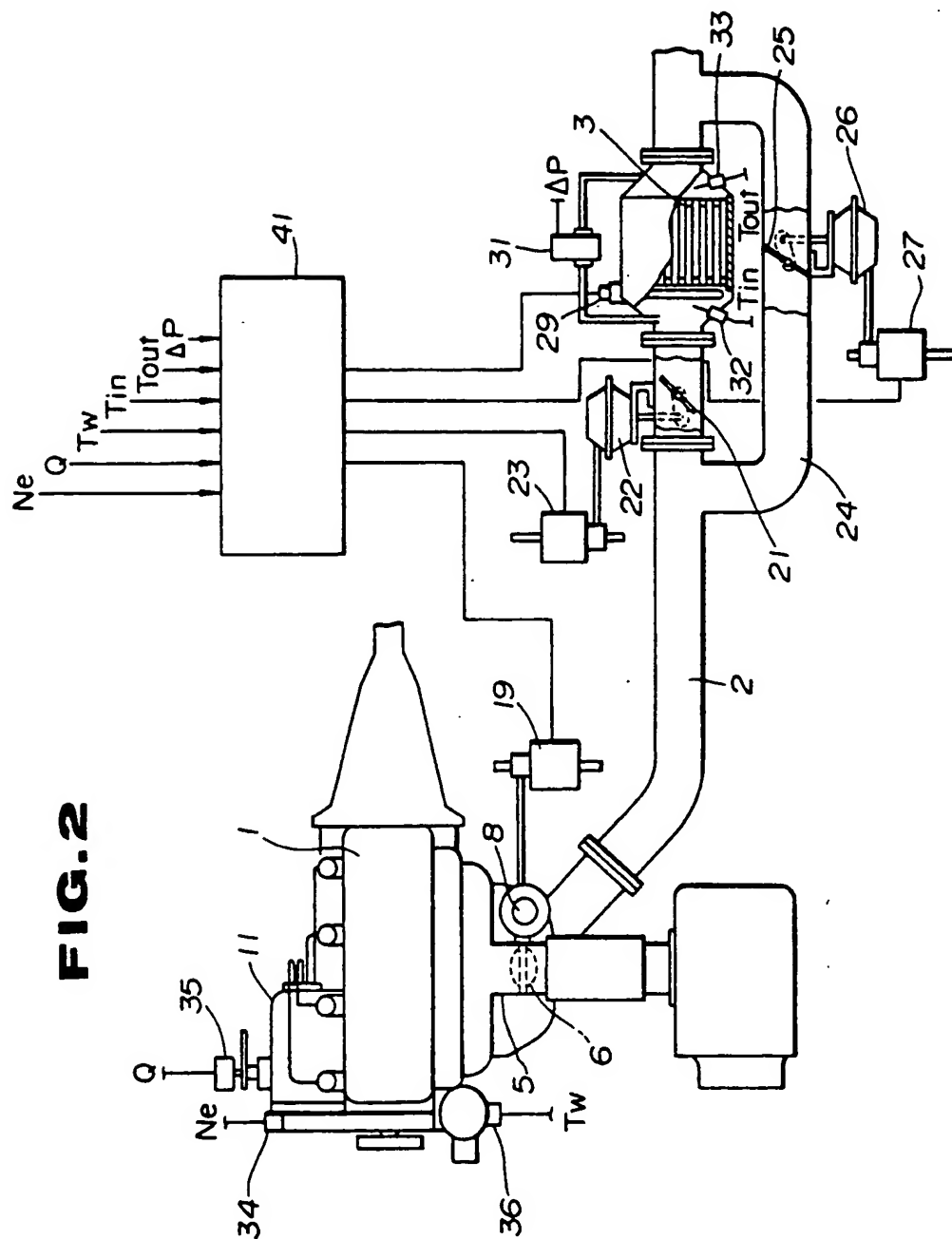
eine Einrichtung zum zeitweiligen Erhöhen der Temperatur der in den Filter (3) einströmenden Maßgabe nach Maßgabe des kürzeren der beiden Regenerationsintervalle.

Hierzu 24 Seite(n) Zeichnungen

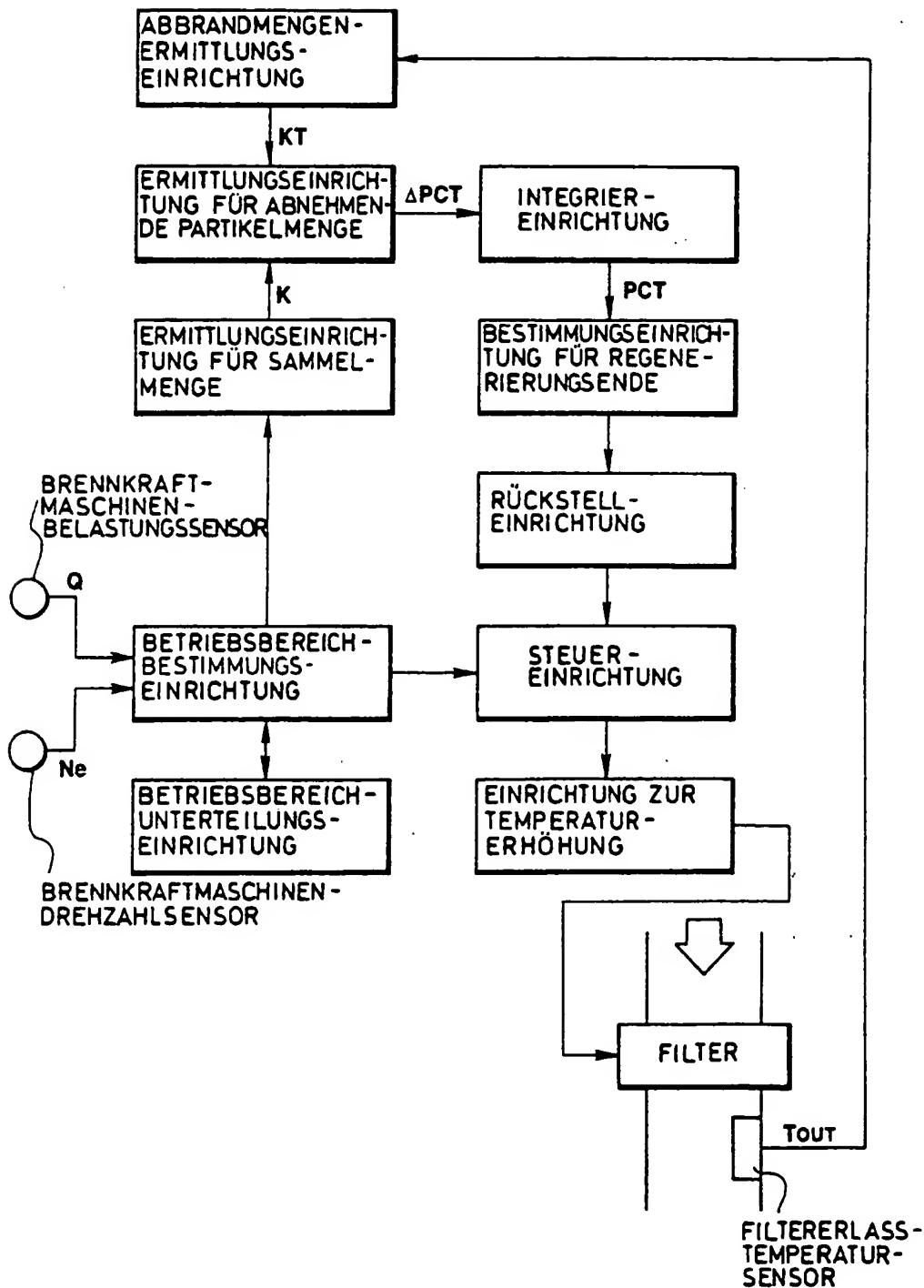
**FIG.1**  
(STAND DER TECHNIK)



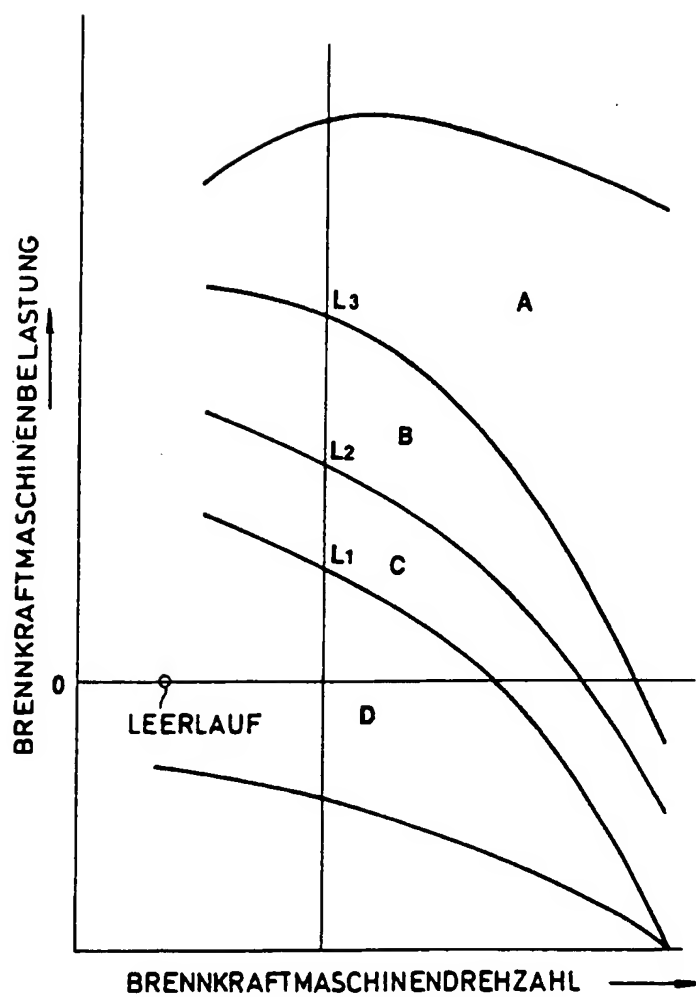
**FIG. 2**



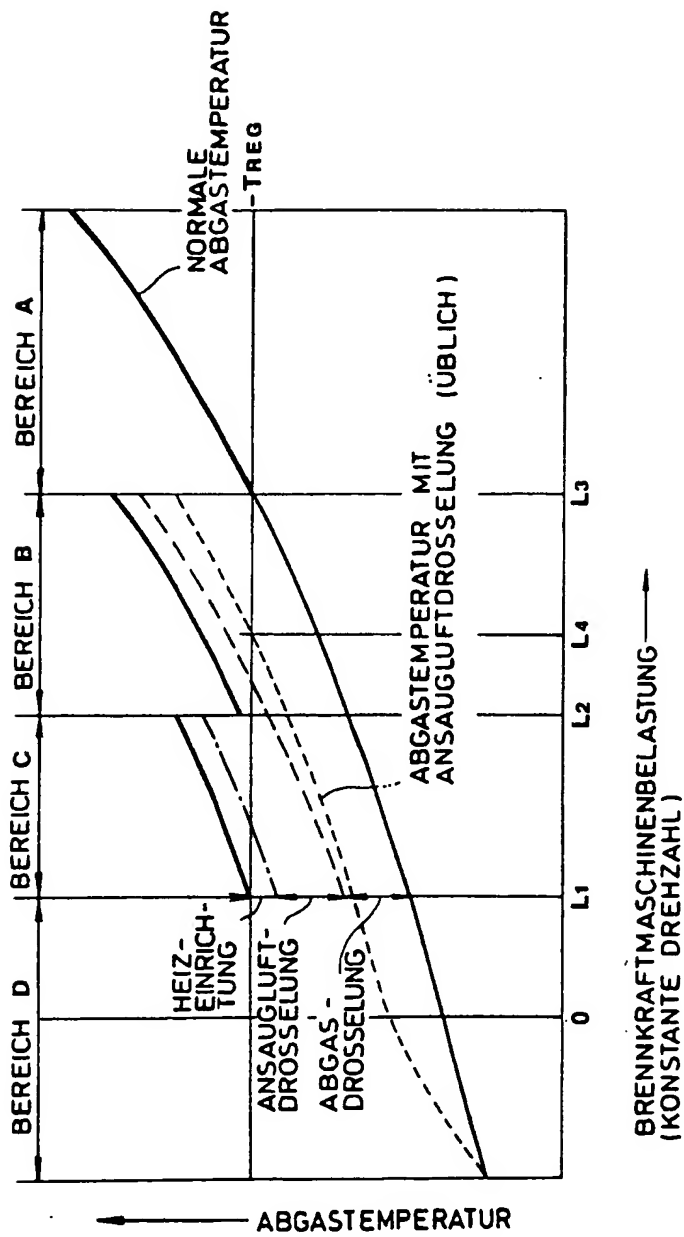
**FIG. 3**



**FIG. 4**

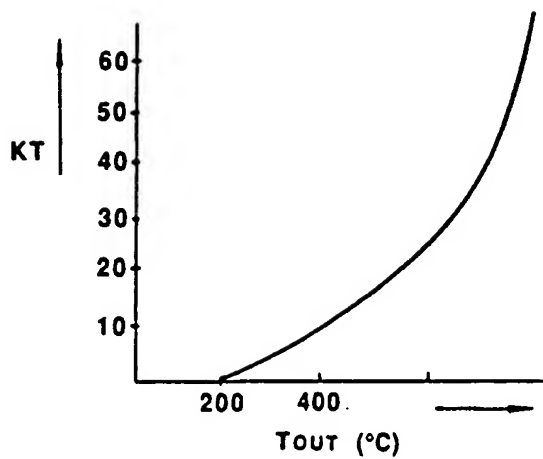


**FIG. 5**

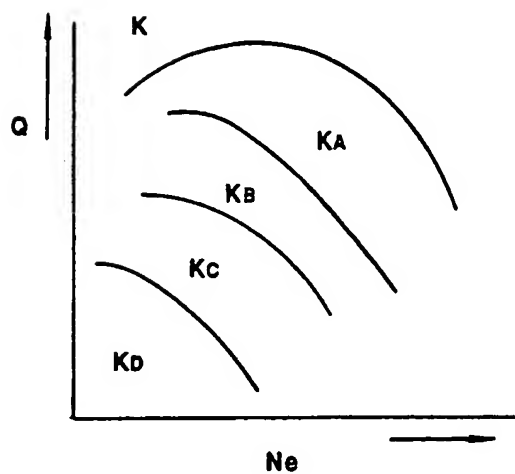




**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8A**

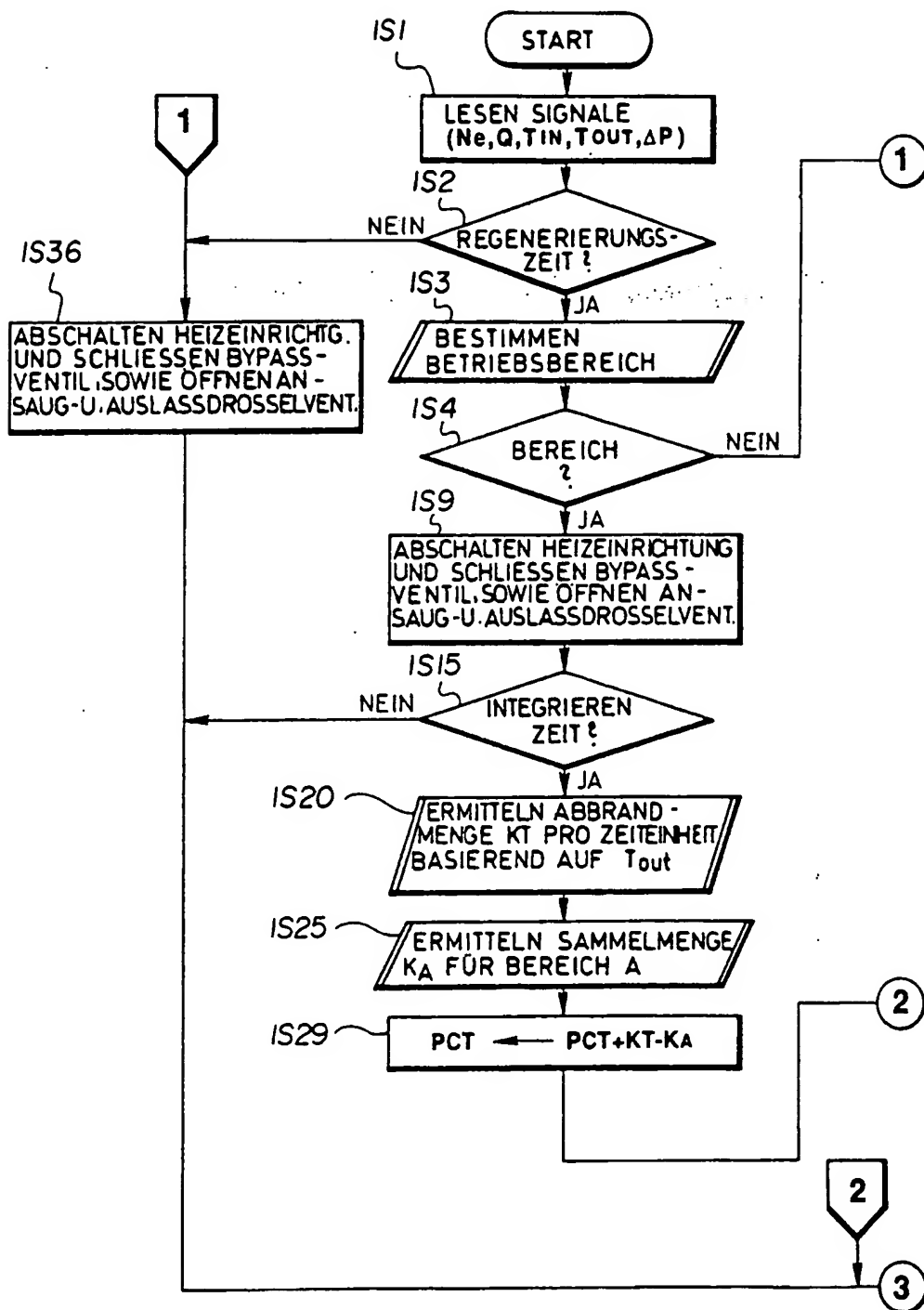


FIG. 8B

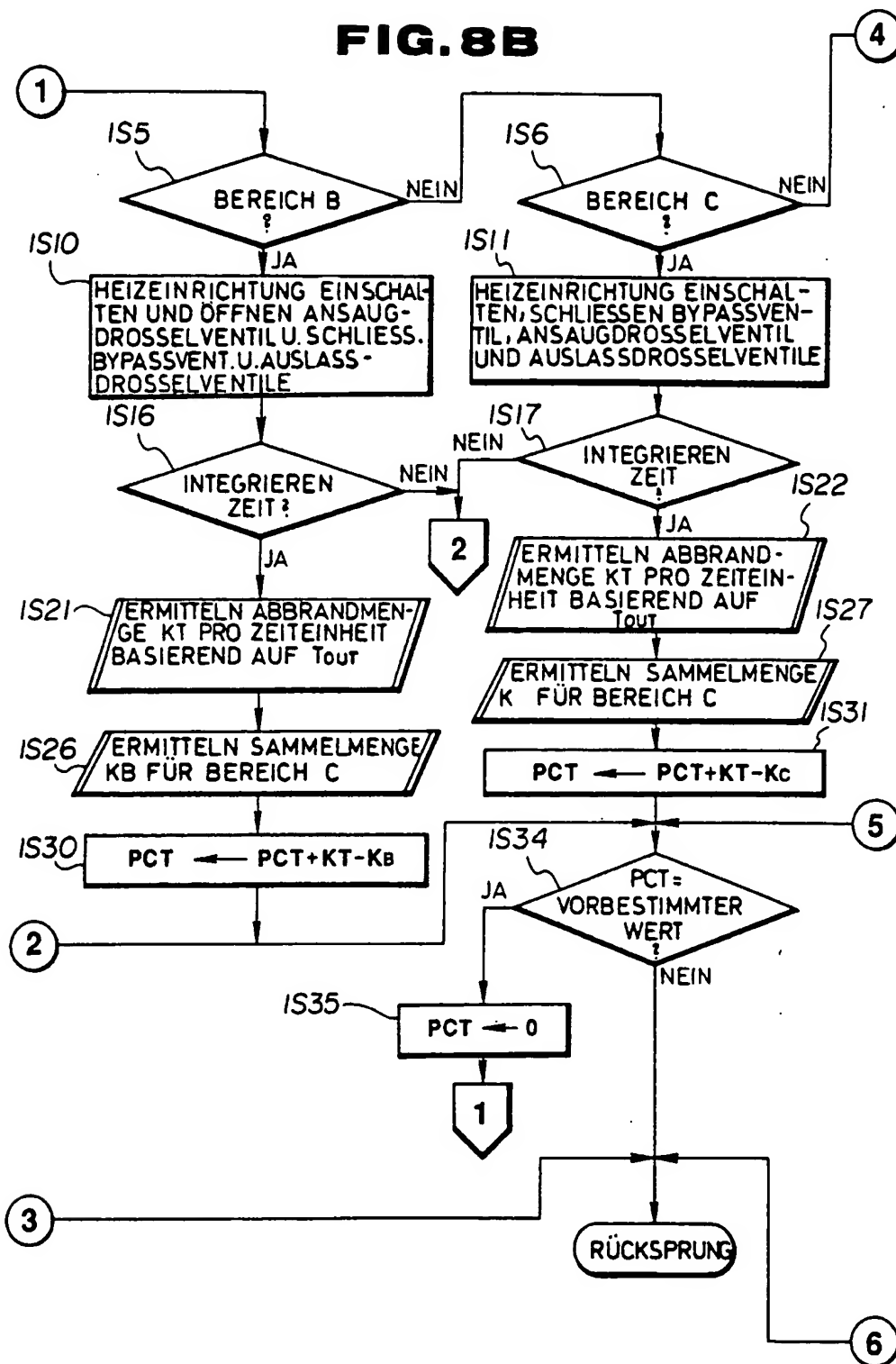


FIG. 8C

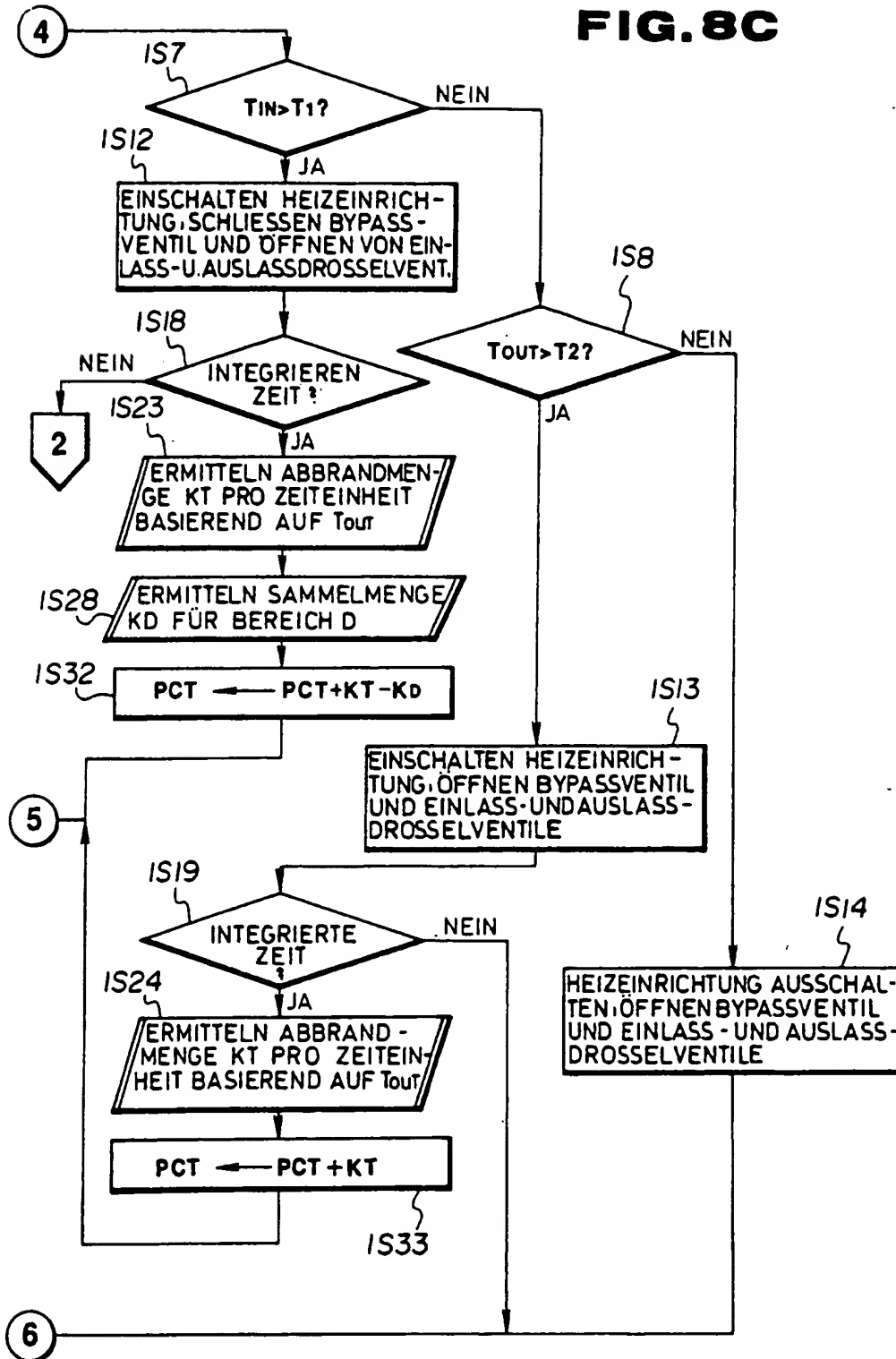


FIG. 9

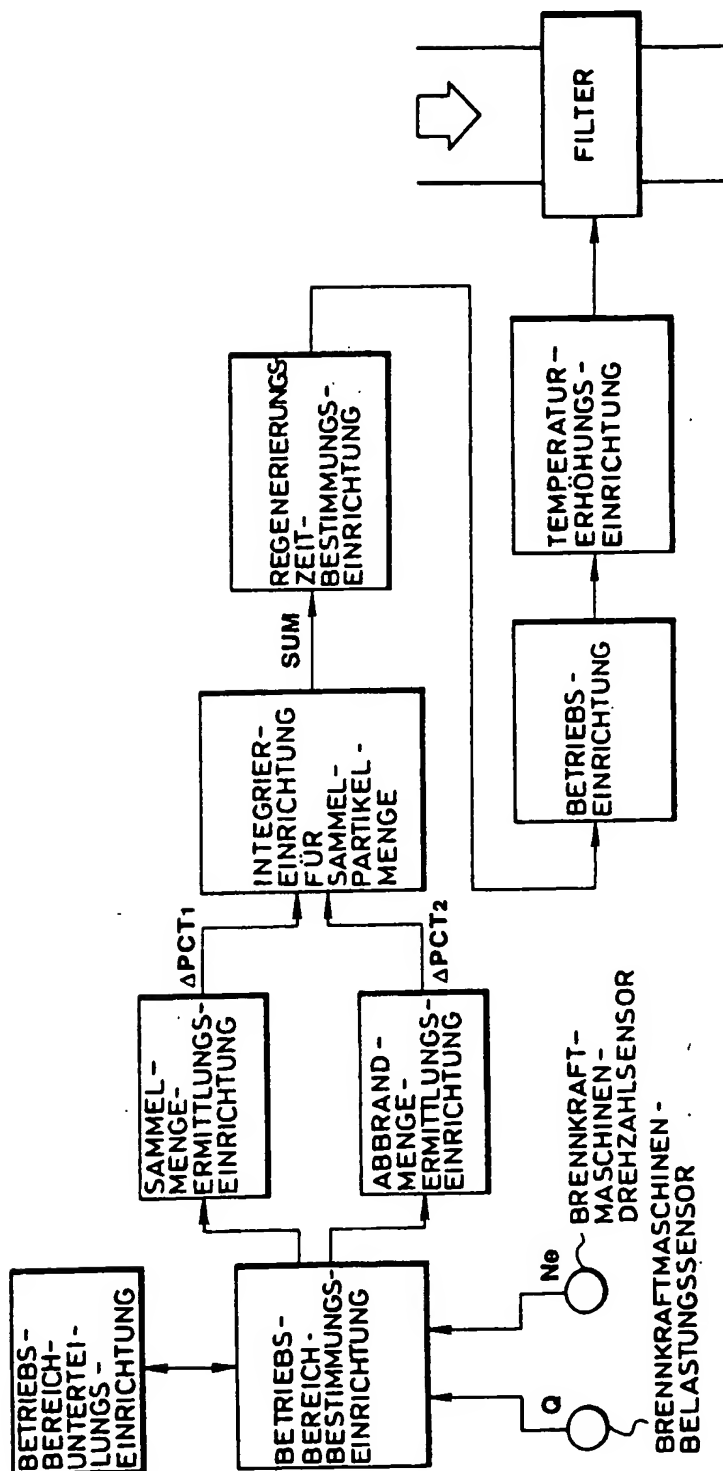


FIG.10 A

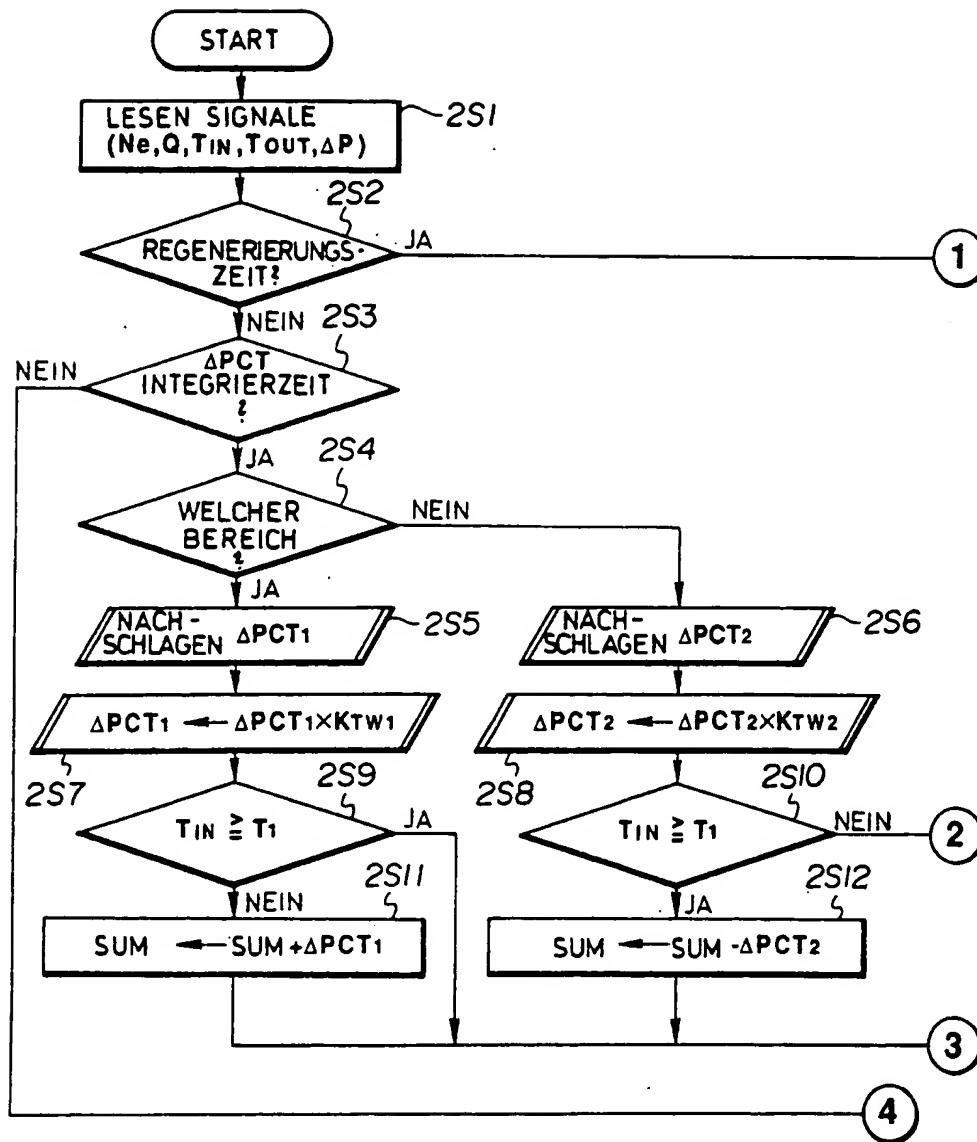
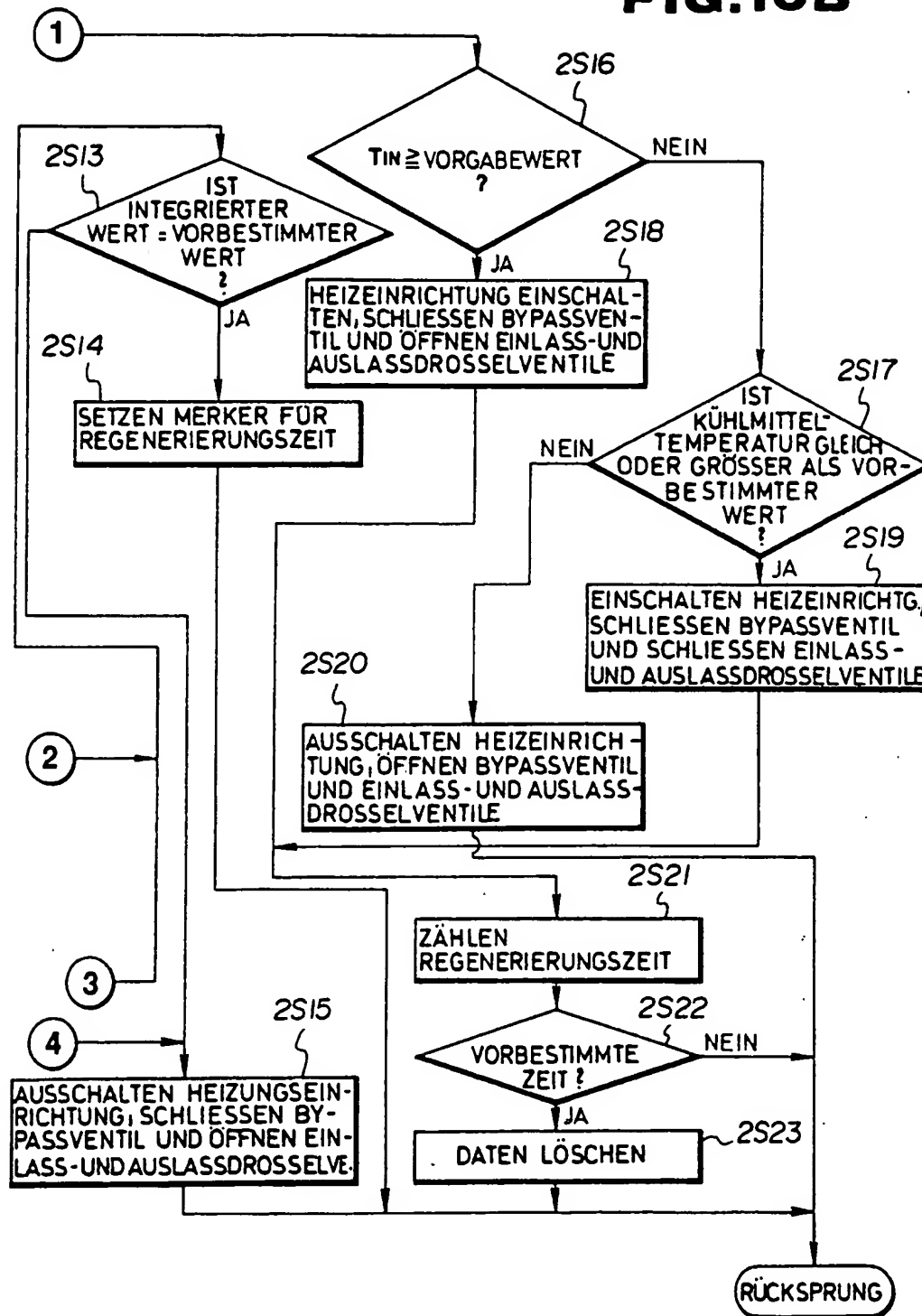
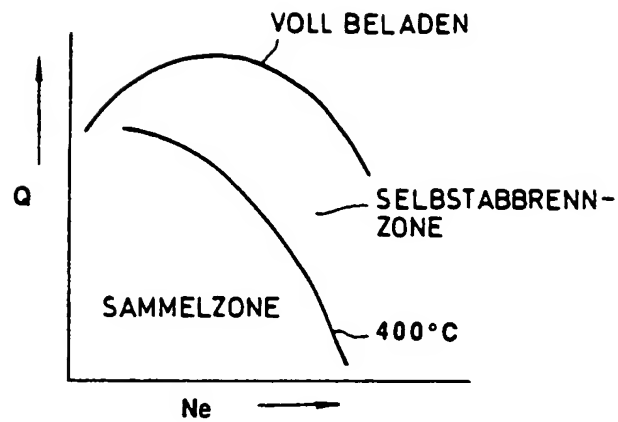


FIG. 10B

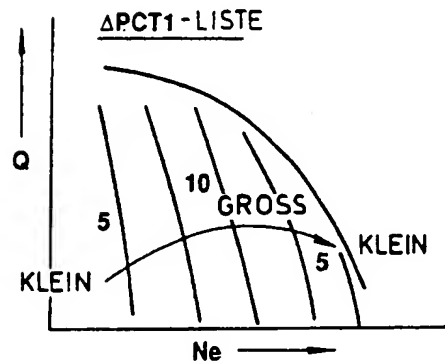




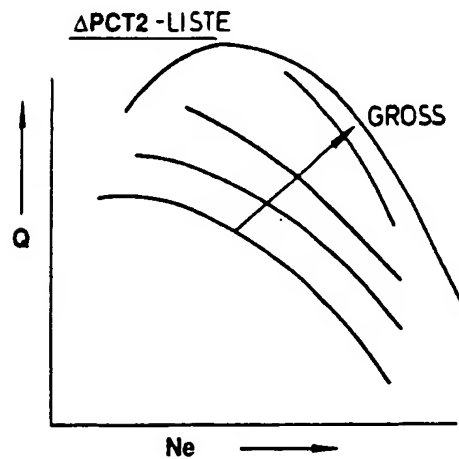
**FIG. 11**



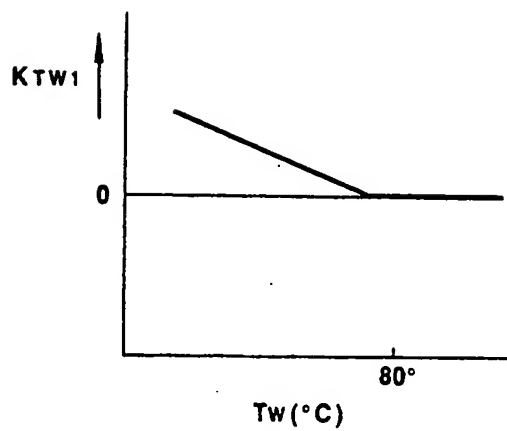
**FIG. 12**



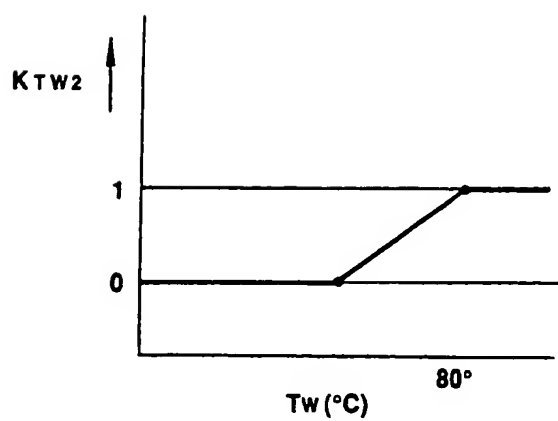
**FIG. 13**



**FIG.14**



**FIG.15**



**FIG. 16**

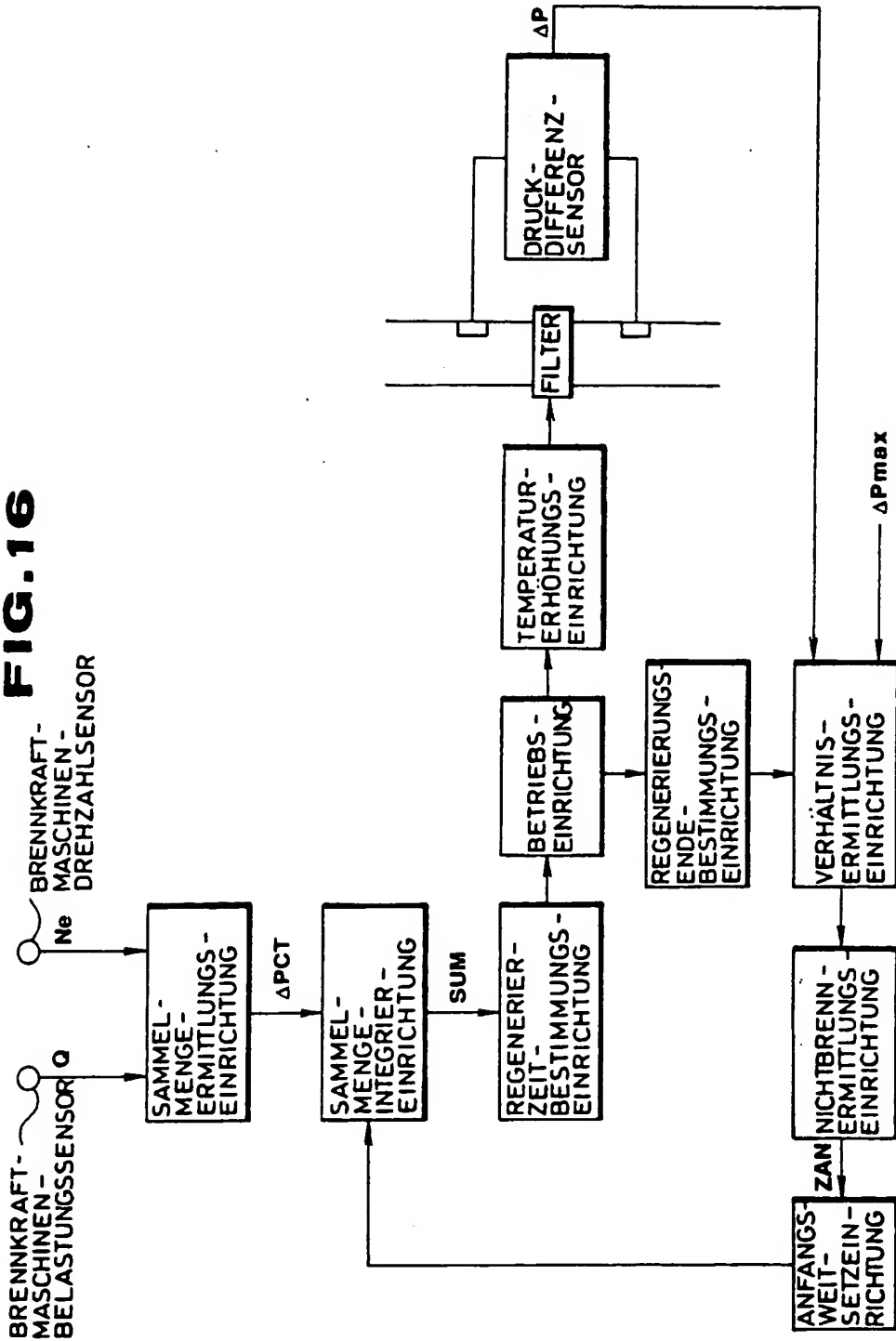


FIG. 17A

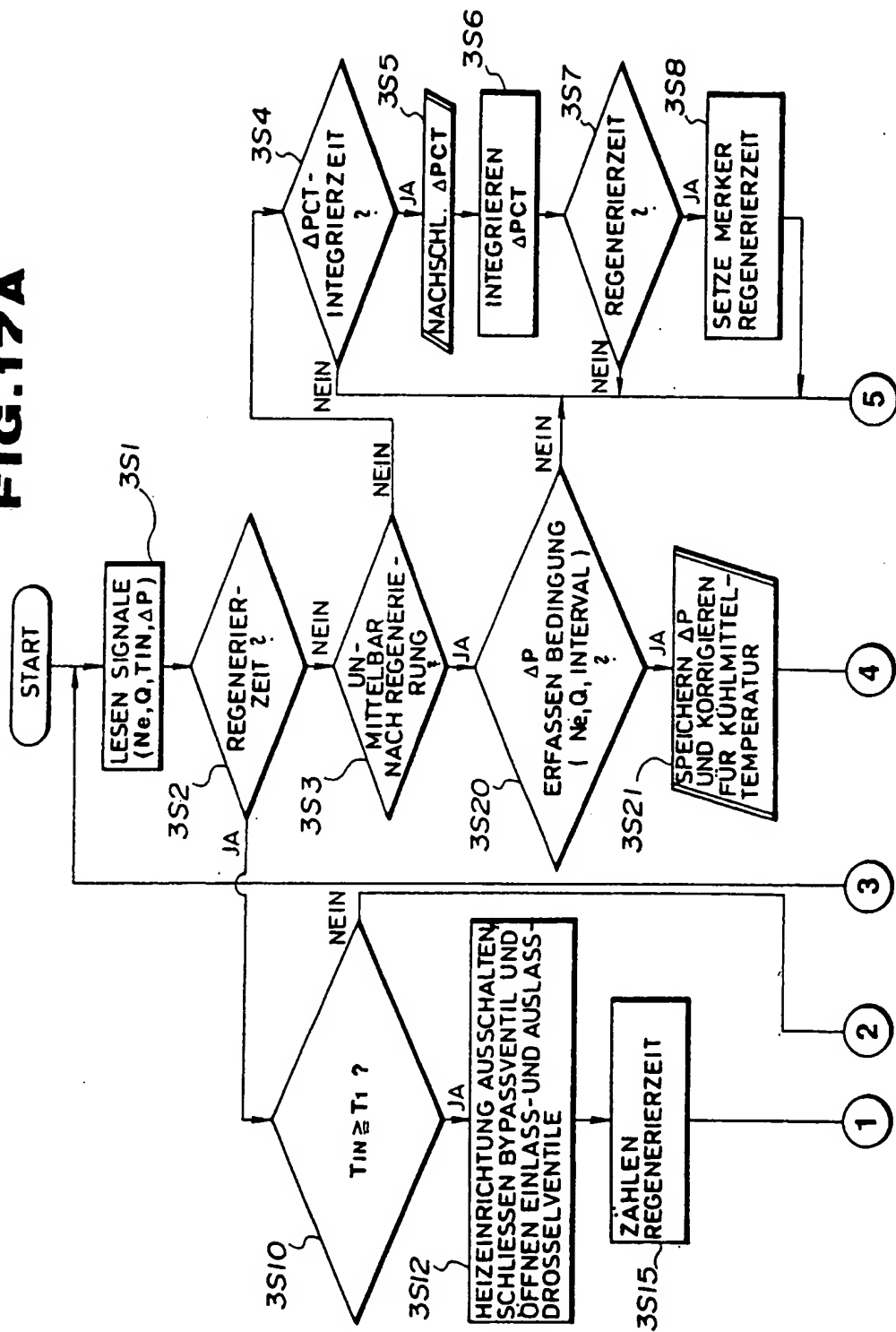
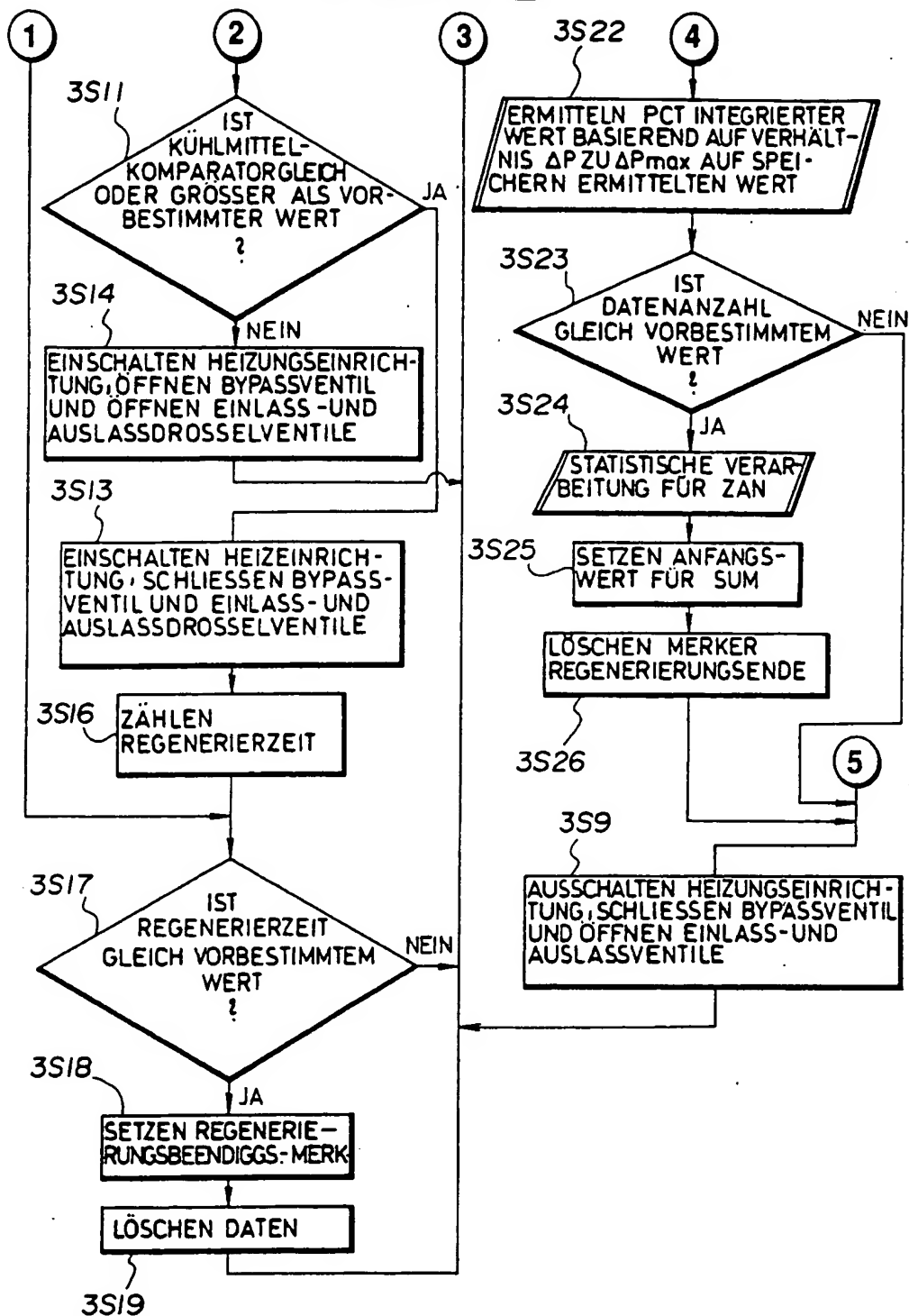
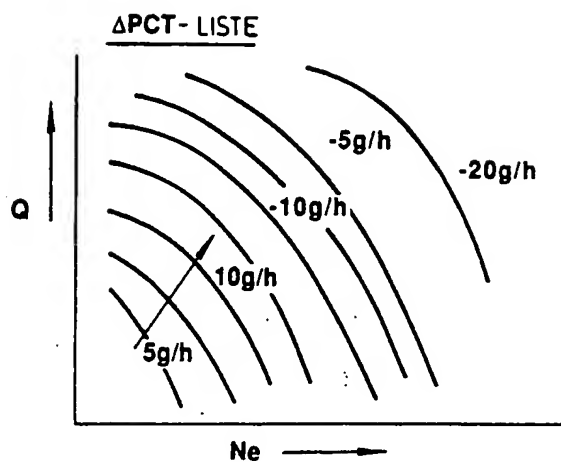


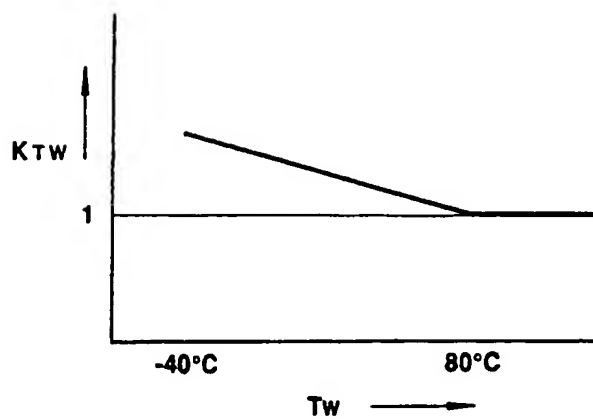
FIG. 17B



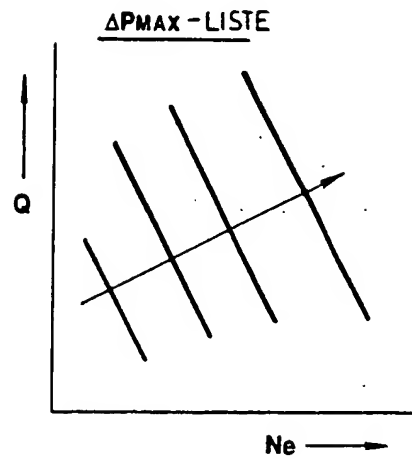
**FIG.18**



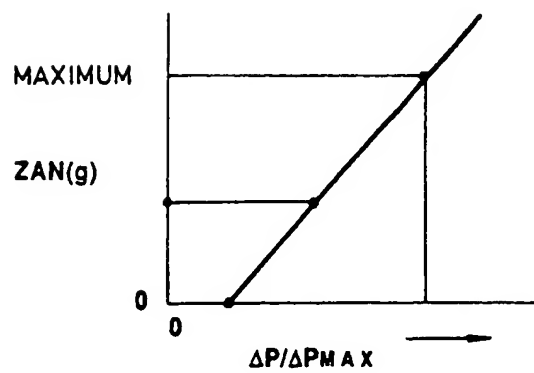
**FIG.19**



**FIG. 20**

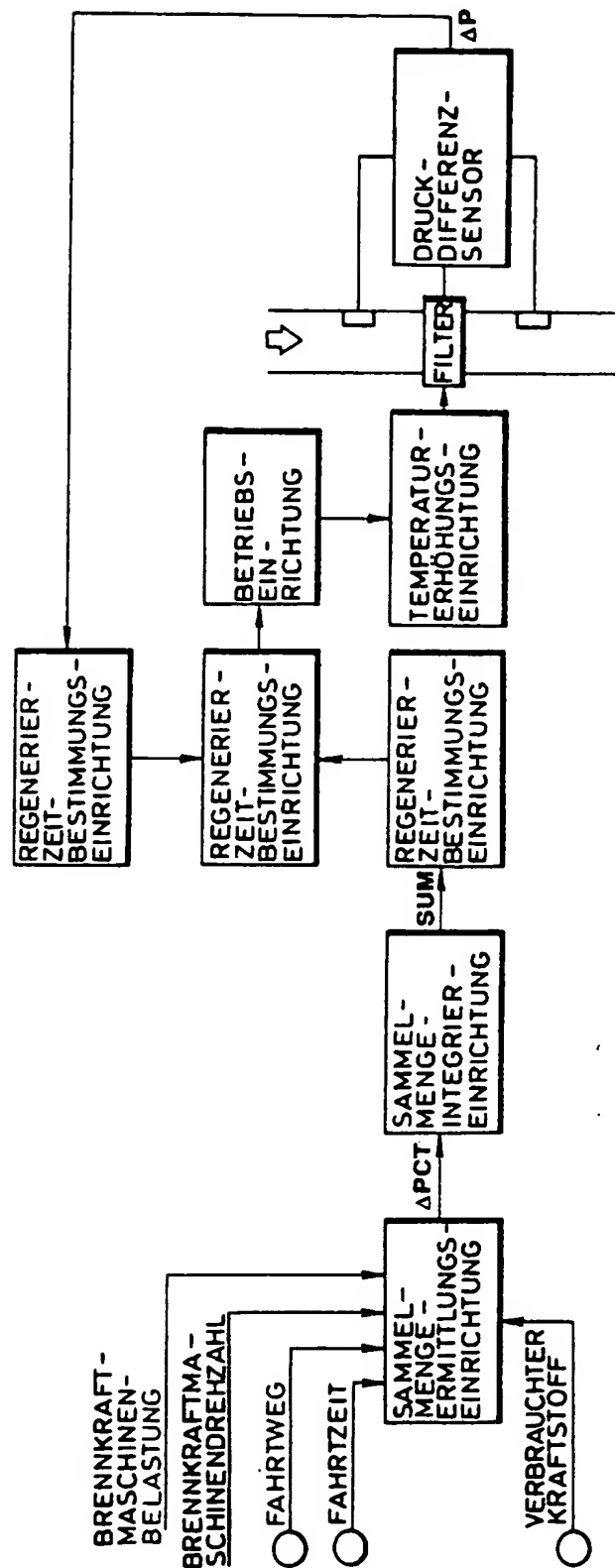


**FIG. 21**

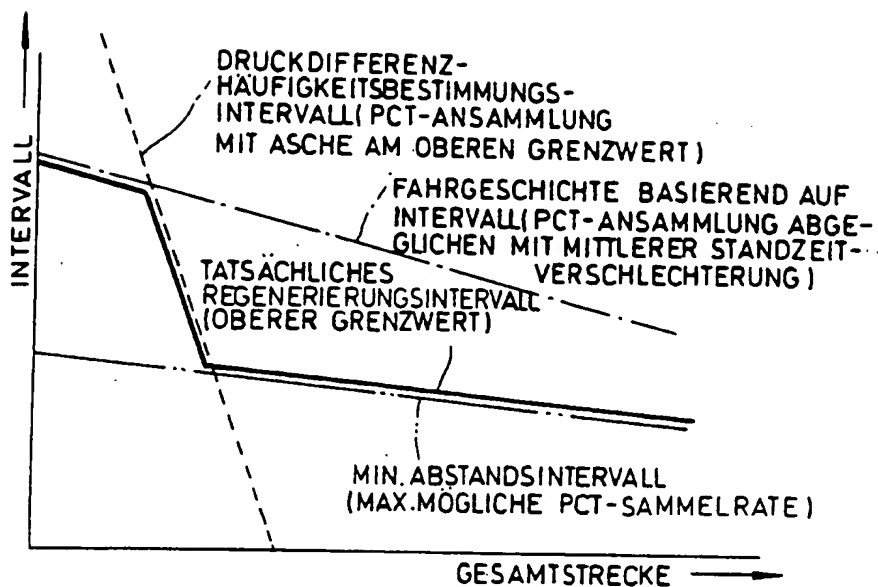




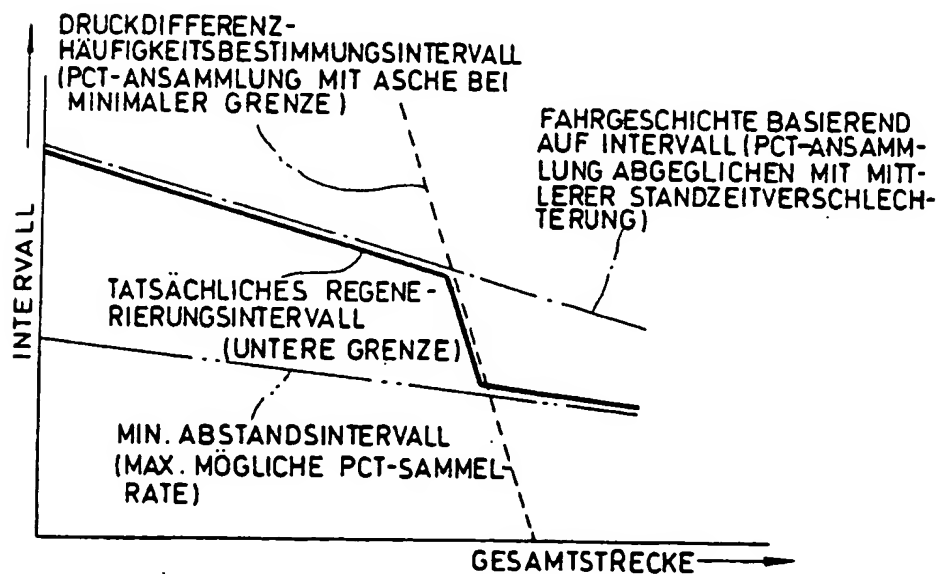
**FIG. 22**



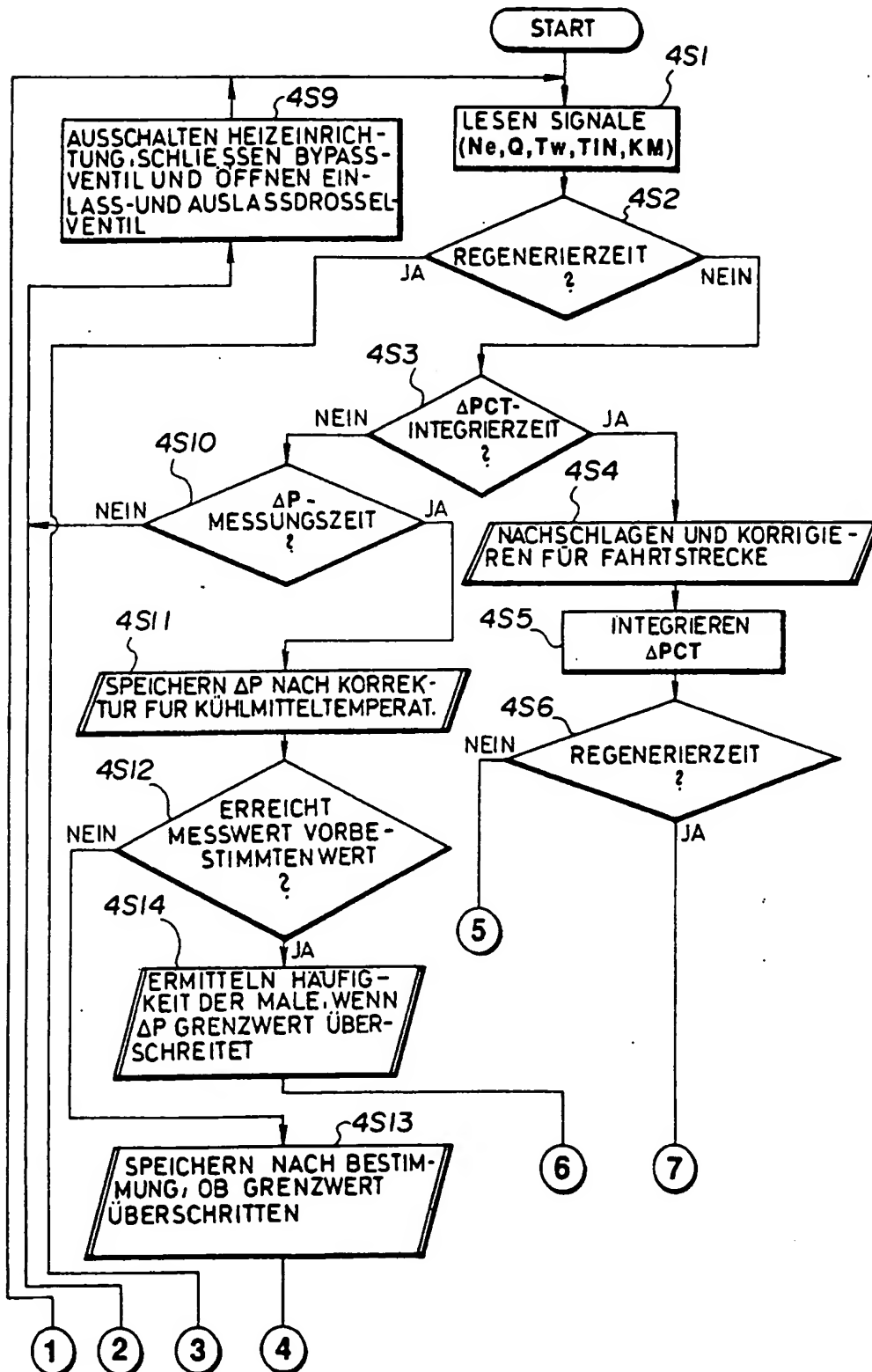
**FIG. 23**



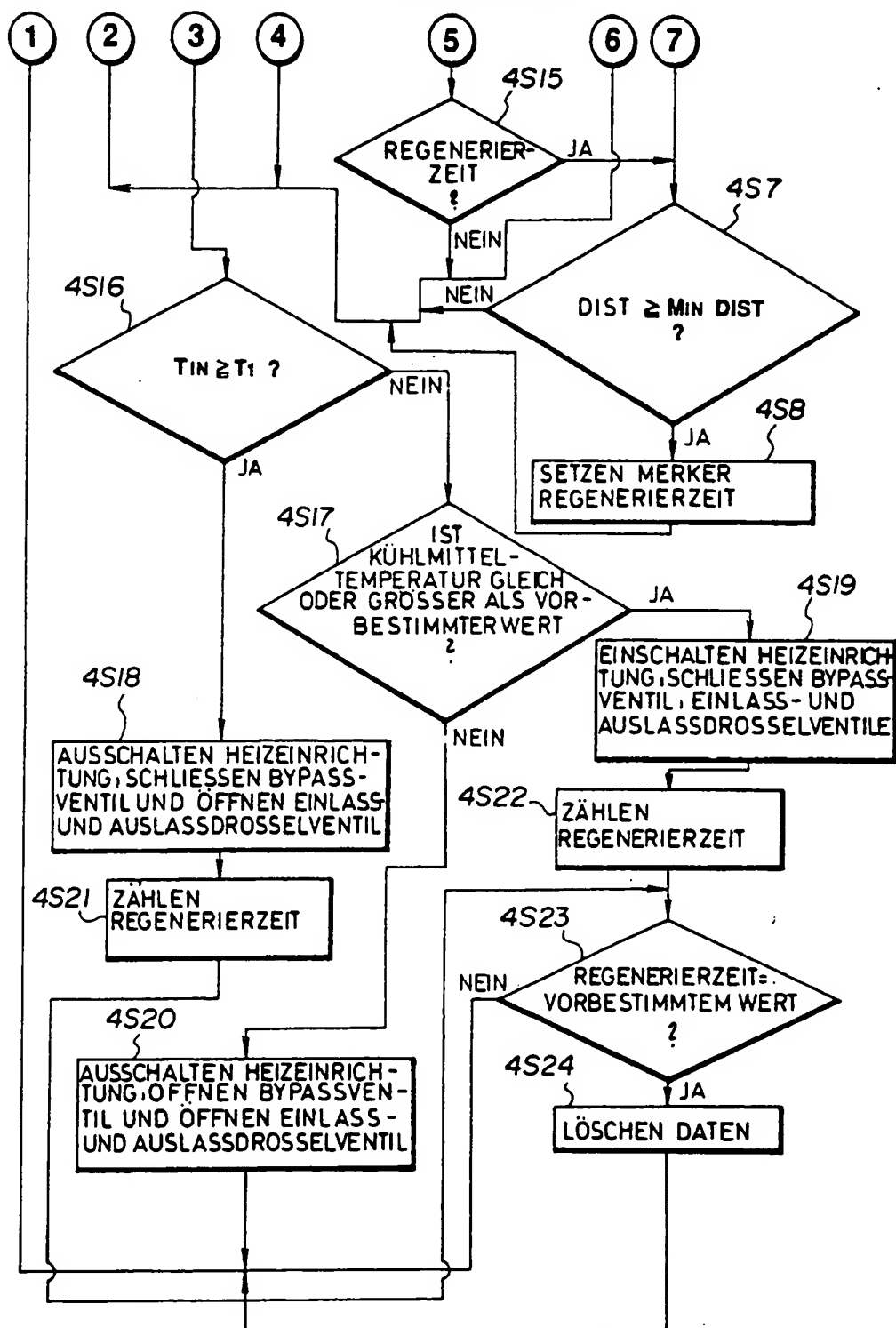
**FIG. 24**



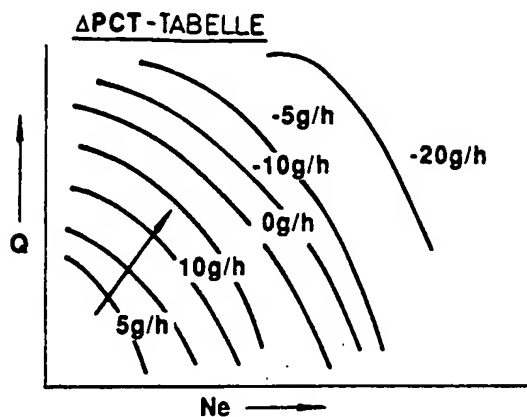
**FIG. 25A**



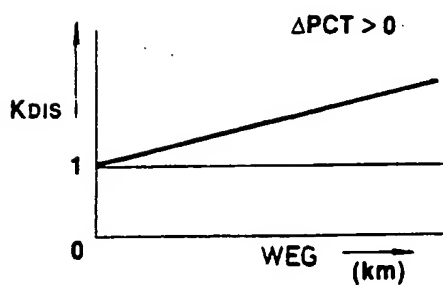
**FIG. 25B**



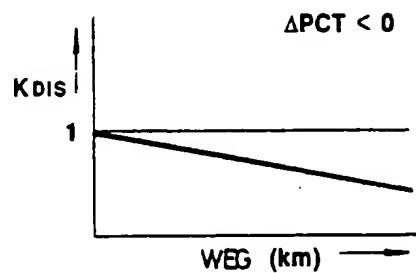
**FIG.26**



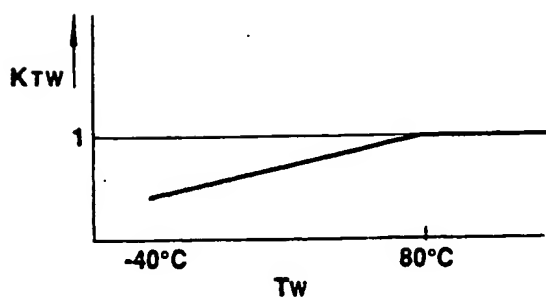
**FIG.27**



**FIG.28**



**FIG.29**



**FIG.30**

